การพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม

A DEVELOPMENT OF PROTOTYPE WEB-BASED GIS APPLICATIONS FOR SUPPORTING DECISION OF SUITABILITY ECONOMIC CROPS

ศักรินทร์ อุ่นทานนท์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม

ศักรินทร์ อุ่นทานนท์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

A DEVELOPMENT OF PROTOTYPE WEB-BASED GIS APPLICATIONS FOR SUPPORTING DECISION OF SUITABILITY ECONOMIC CROPS

SUKKARIN AUNTANON

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF SCIENCE

(Geoinformatics)

Faculty of Social Sciences, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม

ของ

ศักรินทร์ อุ่นทานนท์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(อาจารย์ ดร.อสมาภรณ์ สิทธิ)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์)

..... ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม
ผู้วิจัย	ศักรินทร์ อุ่นทานนท์
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. อสมาภรณ์ สิทธิ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. สถาพร มนต์ประภัสสร

งานวิจัยนิมิวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมจังหวัดตรัง โดยมีการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจและพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด ซึ่งสามารถทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เว็บแอปพลิเคชันต้นแบบประกอบด้วยสถาปัตยกรรม 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนผู้ใช้งาน (client) ส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) ส่วนเซิร์ฟเวอร์แผนที่ (map server) และส่วนฐานข้อมูล (database server) ร่วมกับ Leaflet JavaScript library สำหรับการพัฒนาแผนที่บนระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ ผู้ใช้งานสามารถใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบได้ 2 ระบบ ได้แก่ 1.ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ เพื่อแสดงผลลัพธ์ขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจบนแผนที่และข้อมูลสถิติ 2.ระบบวิเคราะห์ความเหมาะสมในการเพาะปลูก เพื่อแสดงผลลัพธ์เป็นพื้นที่ระดับความเหมาะสมบนแผนที่ และแผนภูมิแท่งแสดงสัดส่วนพื้นที่แต่ละระดับ ผลการวิจัยพบว่า เว็บแอปพลิเคชันต้นแบบสามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้โดยง่าย โดยที่ผู้ใช้งานไม่ต้องมีความเชี่ยวชาญทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และช่วยให้เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร รวมถึงเกษตรกรสามารถตรวจสอบความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกพืชเศรษฐกิจ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้

คำสำคัญ : ระบบฐานข้อมูล, พืชเศรษฐกิจ, เว็บแอปพลิเคชัน, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ, ซอฟต์แวร์รหัสเปิด

Title	A DEVELOPMENT OF PROTOTYPE WEB-BASED GIS APPLICATIONS FOR SUPPORTING DECISION OF SUITABILITY ECONOMIC CROPS
Author	SUKKARIN AUNTANON
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Dr. Asamaporn Sitthi
Co Advisor	Dr. Sathaporn Monprapusssorn

This research aims to develop a prototype web-based GIS application for supporting decisions on the suitability of economic crops in Trang province, Thailand. The application was used to develop a search system for crop plots, and the system of suitability zones of economic crops using opensource software. This development can be performed on any main web browser via the internet. There are four system architectures, namely clients, web servers, map servers, and database servers along with the Leaflet JavaScript library to develop web-based maps. The users can employ the prototype of web-based GIS applications for two purposes: (1) the system of searching for information on agricultural plot areas for economic crops, a system will show the results of agricultural plots on the map and the statistical information; and (2) a system of suitability analysis for economic crops. This will display the results as a suitability area on the map and bar charts to show the proportions of each suitability area. The results showed that users preferred to use prototypes of web-based GIS applications for supporting decisions on the suitability of economic crops. The system does not require expertise to analyze complex spatial data. Hence, this prototype web-based GIS applications can help official users and farmers with agricultural extension to support their decision planning on the suitability of economic crops.

Keyword : Web-based GIS, open source software, Database System, economic crops, Web application

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลดังกล่าว ดังต่อไปนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์ ประธานกรรมการปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อสมาภรณ์ สิทธิ ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์หลัก และอาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ เมฆแสงสวย ที่กรุณาให้คำปรึกษาทางด้านวิชาการ แนะนำแนวทางในการวิจัย และเสนอแนะการแก้ปัญหาต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัยนี้ ตลอดจนให้ความกรุณาตรวจแก้ให้ปริญญานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัย ในสิ่งที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และขอบพระคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้คำปรึกษาช่วยเหลือตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบพระคุณหน่วยงานต่างๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ กรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน และกรมชลประทาน และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ จากกรมส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร จากสำนักงานเกษตรจังหวัดตรัง รวมถึงเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดตรังที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในทุกๆด้าน ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการกลุ่ม และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร ที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ตลอดจนนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ว่าที่ภรรยา และคุณกุลลดา พันธ์สังข์ ที่ให้กำลังใจ และช่วยเหลือ สนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอดในทุกๆด้าน ทำให้การทำปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในกำลังใจและความช่วยเหลือจากทุกท่าน จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ศักรินทร์ อุ่นทานนท์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1. ภูมิหลัง 1

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย 2

3. ความสำคัญของการวิจัย 3

4. ขอบเขตงานวิจัย 3

5. นิยามศัพท์เฉพาะ 5

6. กรอบแนวคิดในงานวิจัย 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

1. แนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดเขตความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ 7

1.1 ความเป็นมาของการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Zoning) 7

1.2 ขั้นตอนการจัดทำเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ 8

2. แนวคิดเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ 9

2.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ 9

2.2 ประโยชน์ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ 10

3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ (Web-based GIS) 11

4. มาตรฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่กำหนดโดย Open Geospatial Consortium (OGC) 14

5. ซอฟต์แวร์รหัสเปิด (open source software) 16

6. เทคโนโลยีและภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน 20

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 30

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา 30

1.1 สภาพภูมิศาสตร์ 30

1.2 ลักษณะภูมิประเทศ 31

1.3 ลักษณะภูมิอากาศ 32

1.4 การใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน 35

1.5 การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านเกษตรกรรมในการปลูกพืชเศรษฐกิจจังหวัดตรัง 37

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37

2.1 คุณสมบัติเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา 37

2.2 โปรแกรม (Software) ที่ใช้ในการพัฒนา 38

2.3 เทคโนโลยีและภาษาที่ใช้ในการพัฒนา 38

3. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 38

4. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบแอปพลิเคชันต้นแบบ 39

4.1 ส่วนพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 39

4.2 ส่วนพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ 40

5. การออกแบบระบบแอปพลิเคชันต้นแบบ 40

5.1 แนวคิดในการพัฒนาระบบ 41

5.2 การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ 41

5.3 โครงสร้างการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ 42
5.4 การออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic user interface: GUI) 43
5.5 การออกแบบฟังก์ชันการทำงานของระบบ 50
6. การออกแบบฐานข้อมูล 52
7. สรุป 58
บทที่ 4 ผลการพัฒนาระบบ และผลการทดสอบระบบ 59
1. การพัฒนาระบบ 59
1.1 ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 63
1.2 ระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ 79
2. การทดสอบระบบ 98
2.1 การทดสอบการทำงานในส่วนแสดงผลแผนที่ 98
2.2 การทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชัน 101
2.3 การเปรียบเทียบกระบวนการทำงานแบบเดิมกับกระบวนการทำงานที่ได้รับการพัฒนา 112
3. การประเมินความพึงพอใจของระบบ 114
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 116
1. สรุปผลงานวิจัย 116
2. ข้อจำกัดของงานวิจัย 119
3. ข้อเสนอแนะ 119
บรรณานุกรม 121
ภาคผนวก 125
ภาคผนวก ก 126
ภาคผนวก ข 145

ภาคผนวก ค 149

ประวัติผู้เขียน 151

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ จังหวัดตรัง พ.ศ. 2563 35

ตาราง 2 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย 39

ตาราง 3 รายละเอียดชั้นข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 52

ตาราง 4 โครงสร้างตารางข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรม 53

ตาราง 5 โครงสร้างตารางข้อมูลเขตความเหมาะสมในการปลูกพืช 54

ตาราง 6 โครงสร้างตารางข้อมูลขอบเขตการปกครองจังหวัดตรัง 54

ตาราง 7 โครงสร้างตารางข้อมูลเขตชลประทานในพื้นที่ของจังหวัดตรัง 55

ตาราง 8 โครงสร้างตารางข้อมูลแหล่งน้ำในพื้นที่ของจังหวัดตรัง 55

ตาราง 9 โครงสร้างตารางข้อมูลแปลงเกษตรกรรมวิเคราะห์กับเขตความเหมาะสมพืชเศรษฐกิจ 56

ตาราง 10 ตารางข้อมูลผู้ใช้งาน 56

ตาราง 11 ชุดคำสั่งภาษา SQL สำหรับเรียกข้อมูลมาแสดงในระบบบนแผนที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ รวมทั้งส่งออกข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 75

ตาราง 12 ชุดคำสั่งภาษา SQL สำหรับเรียกการนำเข้าแปลงเกษตรกรรมจากผู้ใช้งาน และเรียกข้อมูลมาแสดงในระบบบนแผนที่และข้อมูลอรรถาธิบาย รวมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 91

ตาราง 13 รายละเอียดการทดสอบความถูกต้องการทำงานของฟังก์ชันของระบบ 102

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบการคำนวณพื้นที่ความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ (ไร่) บนหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ กับผลการใช้เครื่องมือ Intersection ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS 3.16) 111

ตาราง 15 การเปรียบเทียบกระบวนการทำงานแบบเดิมและกระบวนการทำงานแบบใหม่ 113

ตาราง 16 ผลการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ 115

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาจังหวัดตรัง 4

ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดงานวิจัย 6

ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บกับส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง 12

ภาพประกอบ 4 รูปแบบสถาปัตยกรรมอย่างง่ายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ 13

ภาพประกอบ 5 รูปแบบสถาปัตยกรรมอย่างง่ายของระบบส่วนประกอบของระบบภูมิสารสนเทศบนเว็บที่ประกอบด้วย 3 ส่วน 13

ภาพประกอบ 6 รูปแบบสถาปัตยกรรมพื้นฐานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ ในลักษณะ mashup 14

ภาพประกอบ 7 การร้องขอบริการในรูปแบบ Web Map Service (WMS) 15

ภาพประกอบ 8 การร้องขอบริการในรูปแบบ Web Feature Service (WFS) 16

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างการเก็บระบบพิกัดของวัตถุเชิงพื้นที่ในตารางคุณลักษณะ 19

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลในรูปแบบ WKT (Well Known Text) 19

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างการเขียน Script เพื่อใช้ในการสร้างแผนที่บน Leaflet 23

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการสร้างแผนที่บนเว็บไซต์ด้วย Leaflet 24

ภาพประกอบ 13 การทำงานของ REST API โดยอาศัย URL ของ Request 25

ภาพประกอบ 14 แผนที่แสดงขอบเขตการปกครองจังหวัดตรัง 33

ภาพประกอบ 15 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศจังหวัดตรัง 34

ภาพประกอบ 16 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2563 36

ภาพประกอบ 17 สถาปัตยกรรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 42

ภาพประกอบ 18 โครงสร้างการทำงานของระบบ 43

ภาพประกอบ 19 ลักษณะโครงสร้างส่วนเข้าสู่ระบบ (Login) 44

ภาพประกอบ 20 ลักษณะโครงสร้างส่วนสมัครเข้าใช้งาน (Register) 45
ภาพประกอบ 21 ลักษณะโครงสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบส่วนหน้าจอหลัก (Main page) 46
ภาพประกอบ 22 ลักษณะโครงสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบส่วนหน้าจอระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 48
ภาพประกอบ 23 ลักษณะโครงสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบส่วนหน้าจอระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ. 50
ภาพประกอบ 24 ฟังก์ชันหลักของเว็บแอปพลิเคชัน 51
ภาพประกอบ 25 ผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ 52
ภาพประกอบ 26 แบบจำลองความสัมพันธ์ของข้อมูล 57
ภาพประกอบ 27 ขั้นตอนการพัฒนาระบบ 58
ภาพประกอบ 28 ส่วนเข้าสู่ระบบ (Login) 60
ภาพประกอบ 29 การสร้างฟอร์มด้วยคำสั่งภาษา HTML ในการแสดงส่วนเข้าสู่ระบบ (Login) .. 61
ภาพประกอบ 30 ส่วนสมัครเข้าใช้งานระบบ (Register) 62
ภาพประกอบ 31 การสร้างฟอร์มด้วยคำสั่งภาษา HTML ในการแสดงส่วนสมัคร เข้าใช้งานระบบ (Register) 62
ภาพประกอบ 32 ส่วนหน้าจอหลัก (Main page) 63
ภาพประกอบ 33 คำสั่งภาษา HTML ในการแสดงส่วนส่วนหน้าจอหลัก (Main page) 63
ภาพประกอบ 34 การทำงานของฟังก์ชันสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 64
ภาพประกอบ 35 การเรียกใช้งาน Bootstrap Front-end Framework 65
ภาพประกอบ 36 การเรียกใช้งาน Leaflet JavaScript library 65
ภาพประกอบ 37 การเรียกใช้งาน Highcharts JavaScript library 65
ภาพประกอบ 38 คำสั่งภาษา JavaScript ในการเรียกข้อมูลเชิงคุณลักษณะของข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 66

ภาพประกอบ 39 ตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงข้อมูลเชิงคุณลักษณะเมื่อผู้ใช้งานคลิกเลือกที่ข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 67

ภาพประกอบ 40 คำสั่งภาษา JavaScript ในการแสดงรายการชั้นข้อมูลแผนที่ ในระบบสืบค้นข้อมูล 67

ภาพประกอบ 41 การใช้คำสั่ง Application Programming Interface ในการแสดง 68

ภาพประกอบ 42 การใช้คำสั่ง JavaScript แสดงผลข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบ WMS จากโปรแกรม GeoServer ในระบบสืบค้นข้อมูล..... 70

ภาพประกอบ 43 การใช้คำสั่ง JavaScript แสดงผลส่วนคำอธิบายสัญลักษณ์ ในระบบสืบค้นข้อมูล 71

ภาพประกอบ 44 คำอธิบายสัญลักษณ์แผนที่ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรม . 72

ภาพประกอบ 45 การใช้คำสั่งภาษา HTML สร้างหน้าเว็บส่วนกำหนดเงื่อนไขการสืบค้น ของการแสดงผล และส่งออกข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 72

ภาพประกอบ 46 ส่วนกำหนดเงื่อนไขของการแสดงผลข้อมูลและส่งออกข้อมูล..... 73

ภาพประกอบ 47 ตัวอย่างข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจที่ถูกจัดเก็บภายใน โปรแกรม PostgreSQL 73

ภาพประกอบ 48 คำสั่งภาษา JavaScript ในการแปลงข้อมูลจากรูปแบบ Database ให้เป็นรูปแบบ GeoJSON ในระบบสืบค้นข้อมูล..... 74

ภาพประกอบ 49 คำสั่งภาษา JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันการสืบค้นและแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ออนไลน์ในระบบสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ..... 76

ภาพประกอบ 50 คำสั่งภาษา JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันดาวน์โหลดข้อมูลแปลงเกษตรกรรมที่แสดงผลข้อมูลบนแผนที่ออนไลน์ในระบบสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ..... 77

ภาพประกอบ 51 การใช้ Highcharts ด้วยคำสั่งภาษา JavaScript และเรียกแสดงผลด้วยภาษา HTML ในระบบสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ 78

ภาพประกอบ 52 การแสดงผลการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ..... 79

ภาพประกอบ 53 การทำงานของฟังก์ชันระบบวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขต 80

ภาพประกอบ 54 คำสั่งภาษา JavaScript ในการเรียกใช้งาน Leaflet-Geoman 81

ภาพประกอบ 55 เครื่องมือวาดแปลงเกษตรกรรมบนแผนที่ออนไลน์ 82

ภาพประกอบ 56 คำสั่งภาษา JavaScript ในการเรียกข้อมูลเชิงคุณลักษณะของข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ 82

ภาพประกอบ 57 ตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงข้อมูลเชิงคุณลักษณะข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ 83

ภาพประกอบ 58 คำสั่งภาษา JavaScript ในการแสดงรายการชั้นข้อมูลแผนที่ ในระบบวิเคราะห์ข้อมูล 83

ภาพประกอบ 59 การใช้คำสั่ง Application Programming Interface ในการแสดง 84

ภาพประกอบ 60 การใช้คำสั่ง JavaScript แสดงผลข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบ WMS จากโปรแกรม GeoServerในระบบวิเคราะห์ข้อมูล 85

ภาพประกอบ 61 การใช้คำสั่ง JavaScript แสดงผลส่วนคำอธิบายสัญลักษณ์ ในระบบวิเคราะห์ข้อมูล 86

ภาพประกอบ 62 การใช้คำสั่งภาษา HTML สร้างฟอร์มและแสดงผลหน้าเว็บในการกำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์ ใส่ค่าละติจูด และลองจิจูด เพื่อเป็นจุดชี้นำไปยังพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูล .. 87

ภาพประกอบ 63 การใช้คำสั่ง JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันการค้นหาพิกัดทางภูมิศาสตร์ 88

ภาพประกอบ 64 การใช้คำสั่งภาษา HTML สร้างหน้าเว็บส่วนกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ข้อมูลและดาวน์โหลดข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ 89

ภาพประกอบ 65 คำสั่งภาษา JavaScript ในการนำเข้าข้อมูลแปลงเกษตรกรรมจากผู้ใช้งานให้เป็นรูปแบบ GeoJSON ในระบบสืบค้นข้อมูล 89

ภาพประกอบ 66 คำสั่งภาษา JavaScript ในการส่งข้อมูลแปลงเกษตรกรรมจากผู้ใช้งานในรูปแบบ GeoJSON ไปซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ... 90

ภาพประกอบ 67 ตัวอย่างข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจถูกจัดเก็บภายในโปรแกรม PostgreSQL 90

ภาพประกอบ 68 คำสั่งภาษา JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลและแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ออนไลน์ในระบบวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ..... 93

ภาพประกอบ 69 คำสั่งภาษา JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันดาวน์โหลดการวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ 93

ภาพประกอบ 70 การเรียกแสดงผล Highcharts ด้วยภาษาHTML ในระบบวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ 94

ภาพประกอบ 71 การใช้ Highcharts ด้วยคำสั่งภาษา JavaScript ในระบบวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ 95

ภาพประกอบ 72 การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรม ร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมการปลูกพืชเศรษฐกิจ 97

ภาพประกอบ 73 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบสืบค้นข้อมูล 98

ภาพประกอบ 74 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Mozilla Firefox และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบสืบค้นข้อมูล 99

ภาพประกอบ 75 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Microsoft Edge และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบสืบค้นข้อมูล 99

ภาพประกอบ 76 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบวิเคราะห์ข้อมูล 100

ภาพประกอบ 77 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Mozilla Firefox และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบวิเคราะห์ข้อมูล 100

ภาพประกอบ 78 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Microsoft Edge และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบวิเคราะห์ข้อมูล 101

ภาพประกอบ 79 การทดสอบฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมเปรียบเทียบตำแหน่งเชิงพื้นที่จากผลลัพธ์หน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS 103

ภาพประกอบ 80 การทดสอบฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมเปรียบเทียบรายละเอียดของข้อมูลจากผลลัพธ์หน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS..... 104

ภาพประกอบ 81 การทดสอบฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมในการแสดงแผนภูมิ .. 104

ภาพประกอบ 82 การนำข้อมูลไฟล์ CSV ที่ส่งออกจากระบบสืบค้นเข้าสู่โปรแกรม Quantum GIS 105

ภาพประกอบ 83 การแสดงข้อมูลไฟล์ CSV ที่ส่งออกจากระบบสืบค้นบนโปรแกรม Quantum GIS 106

ภาพประกอบ 84 การทดสอบฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบตำแหน่งเชิงพื้นที่จากผลลัพธ์หน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS 107

ภาพประกอบ 85 การทดสอบฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบรายละเอียดของข้อมูลจากผลลัพธ์หน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS..... 108

ภาพประกอบ 86 การทดสอบฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลในการแสดงแผนภูมิ..... 109

ภาพประกอบ 87 การนำข้อมูลไฟล์ CSV ที่ส่งออกจากระบบวิเคราะห์ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม Quantum GIS 110

ภาพประกอบ 88 การแสดงข้อมูลไฟล์ CSV ที่ส่งออกจากระบบวิเคราะห์ข้อมูลบนโปรแกรม Quantum GIS 110

ภาพประกอบ 89 ตัวอย่างการเปรียบเทียบผลการแสดงข้อมูลจากเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ กับผลการแสดงข้อมูลในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS 3.16) 112

บทที่ 1
บทนำ

1. ภูมิหลัง

การดำเนินงานส่งเสริมการเกษตรเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจไทย ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภาคเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยข้อมูลเนื้อที่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตรของประเทศไทยจากสำนักเศรษฐกิจการเกษตร พบว่ามีพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรทั้งหมด 149,244,274 ไร่ คิดเป็นร้อยละประมาณ 46.54 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) จึงนับได้ว่าภาคเกษตรมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยเป็นอย่างมาก

จังหวัดตรังมีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เนินเขามีลักษณะดินเป็นดินร่วนและดินร่วนเหนียวระบายน้ำได้ดี ในขณะที่พื้นที่ราบสูงมีลักษณะดินเป็นดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์สูง การระบายน้ำปานกลางและอุ้มน้ำได้ดี และพื้นที่ราบลุ่มมีลักษณะดินเป็นดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง มีการระบายน้ำปานกลางและอุ้มน้ำสูง จึงเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่า จังหวัดตรังประสบปัญหาในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดพืชและทรัพยากรที่มีอยู่ ทำให้เกษตรกรมักประสบปัญหารายได้ต่ำ ขาดความมั่นคงในอาชีพเกษตรกรรม มีคุณภาพชีวิตไม่ดีและก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมมากมาย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตรัง, 2556)

กล่าวคือการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ช่วยให้เกษตรกร และเจ้าหน้าที่ตัดสินใจทำการเพาะปลูกพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดี มีคุณภาพ ได้ปริมาณมากดังนั้นกรมพัฒนาที่ดินจึงได้รวบรวมข้อมูลความเหมาะสมด้านต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการเพาะปลูก เช่น คุณสมบัติของดิน ความเป็นกรดด่างของดิน ปริมาณฝน สภาพอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ สภาพดิน และแนวทางการปรับปรุงดิน

อย่างไรก็ตาม การนำข้อมูลจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้งานในเวลาที่ผ่านมานั้นยังไม่สามารถทำได้เต็มประสิทธิภาพมากเท่าที่ควร เนื่องจากซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นซอฟต์แวร์เฉพาะด้าน มีเครื่องมือหรือฟังก์ชันการใช้งานหลากหลาย ผู้ใช้งานต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมเพื่อให้ผลลัพธ์ของข้อมูลมีความถูกต้อง และแม่นยำ ประกอบกับกระบวนการการสืบค้นข้อมูลมีความซับซ้อนหลายขั้นตอน จึงต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานมาก จากข้อจำกัดต่าง ๆ

ทำให้การดำเนินงานต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการข้อมูล นับเป็นอุปสรรคสำคัญสำหรับผู้ต้องการข้อมูล (วราภรณ์ เพชรปฐมชล, 2561)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนเว็บนับว่ามีความสะดวกต่อการใช้งาน ลดเวลาในการดำเนินงาน และสามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้โดยง่ายผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์และการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เป็นประโยชน์ต่อการสนับสนุนการตัดสินใจต่อผู้ใช้งาน ทั้งเจ้าหน้าที่ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านการส่งเสริมการเกษตร รวมทั้งเกษตรกรก็สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์จากระบบเพื่อใช้ประกอบสนับสนุนการตัดสินใจในการเพาะปลูกพืช

จากการศึกษาปัญหาดังกล่าว ในการวิจัยนี้พัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดตรังเป็นกรณีศึกษา โดยการนำข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ที่มีอยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ มาทำการเผยแพร่และแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด เพื่อให้เกษตรกร เจ้าหน้าที่ด้านส่งเสริมการเกษตร และผู้ใช้งานทั่วไปสามารถสืบค้นข้อมูลรายละเอียดของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ เพื่อแสดงผลบนแผนที่ได้ ตลอดจนเปิดปิดชั้นข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ด้านการส่งเสริมการเกษตรต่างๆ เพื่อซ้อนทับกันได้ รวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่แปลงเกษตรกรรมรายแปลงร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจโดยการให้ผู้ใช้งานวาดพื้นที่แปลงเกษตรกรรมของตนเองผ่านเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลบนแผนที่เพื่อรายงานความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ ใช้เป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจในการเพาะปลูกพืชแก่เกษตรกร เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร รวมถึงผู้ใช้งานทั่วไป โดยการแสดงผลของแผนที่จะใช้ Leaflet API เป็นการให้บริการแผนที่ออนไลน์ซึ่งเป็น JavaScript Library สำหรับการทำแผนที่เชิงโต้ตอบสำหรับให้นักพัฒนานำไปแสดงผลแผนที่ผ่านเว็บแอปพลิเคชันซึ่งเป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิดในการพัฒนาระบบที่ไม่ต้องจ่ายค่าลิขสิทธิ์ในการใช้งาน

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายหลักเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดตรัง ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ
2. เพื่อพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

3. ความสำคัญของการวิจัย

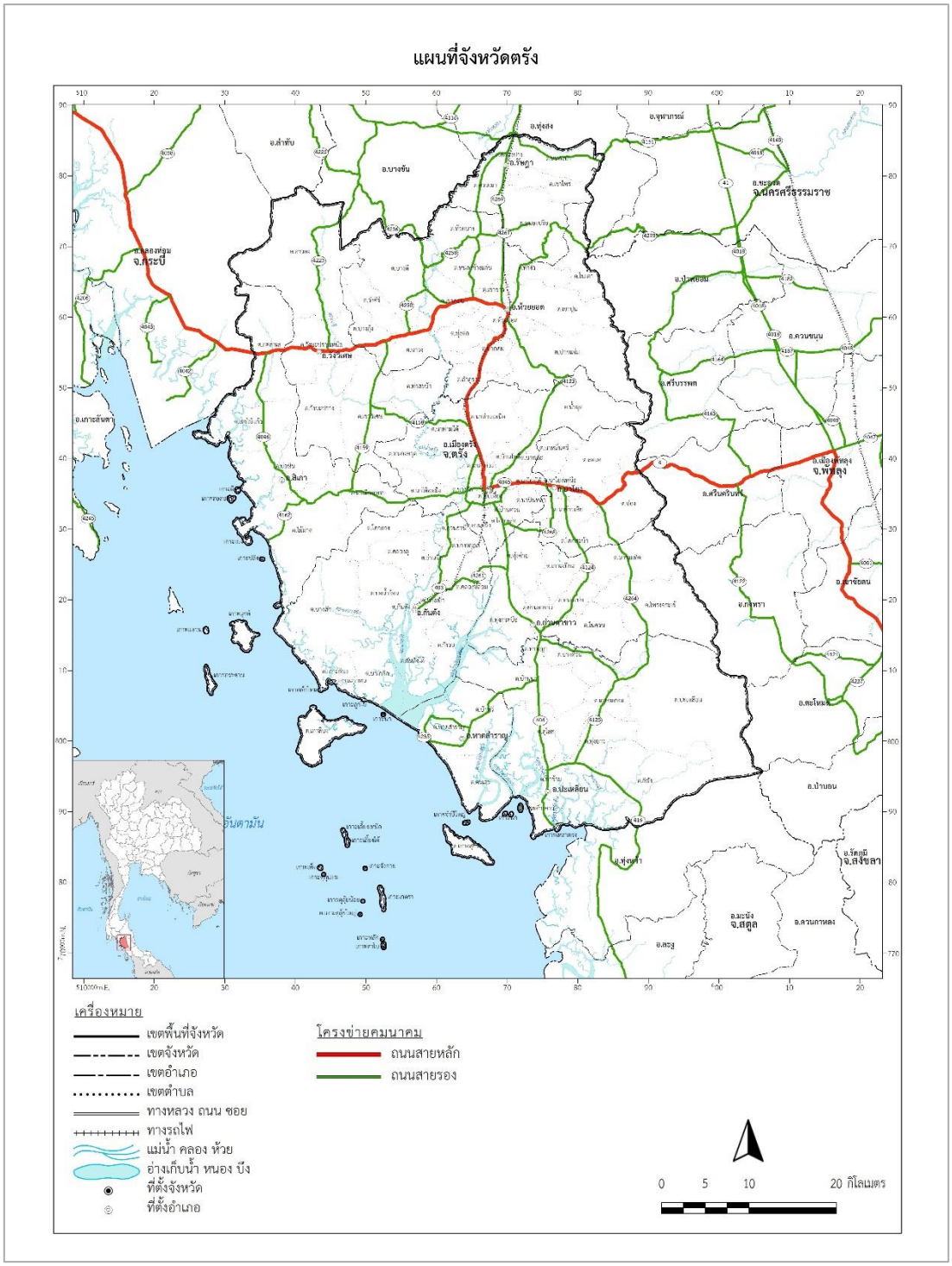
ได้เว็บแอปพลิเคชันต้นแบบเพื่อสืบค้นขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมรายแปลง ร่วมกับข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่จังหวัดตรัง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมด้านการเกษตรและสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้

4. ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดตรัง โดยมีขอบเขตการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ขอบเขตเชิงพื้นที่

การวิจัยนี้มีพื้นที่ศึกษาในจังหวัดตรัง เพื่อการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาจังหวัดตรัง

ที่มา: กรมการปกครอง. (2563)

2. ขอบเขตเชิงเนื้อหา

2.1 การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจจะมีลักษณะเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถค้นหาขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ โดยสามารถค้นหาโดยเลือกอำเภอ ตำบล โดยมีการแสดงผลที่ตั้งขอบแปลงเกษตรกรรมบนแผนที่รายละเอียดรายแปลงในรูปแบบของข้อความ และข้อมูลเชิงสถิติในรูปแบบแผนภูมิ ที่ดาวน์โหลดข้อมูลที่สืบค้นได้ร่วมกับการแสดงผลชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านการเกษตรอื่นๆ ได้แก่ข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ข้อมูลชลประทาน ข้อมูลแหล่งน้ำ เพื่อใช้วางแผนประกอบการตัดสินใจต่อไป

2.2 การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมเพื่อการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจเพื่อรายงานผลบนแผนที่และแสดงรายละเอียดรายแปลงในรูปแบบของข้อความ และแผนภูมิ ที่ดาวน์โหลดข้อมูลที่วิเคราะห์ได้พร้อมเปิดชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านการเกษตรอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการสนับการตัดสินใจในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) หมายถึง เว็บที่เป็นระบบโดยมีส่วนการทำงานของเทคโนโลยีต่างๆ ได้แก่ โปรแกรมเว็บแอปพลิเคชั่น (web application) เว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ (web server software) ฐานข้อมูล (database) และเว็บเบราว์เซอร์ (web browser) โดยแต่ละส่วนมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกัน สามารถแยกส่วนประกอบได้สองส่วนหลักๆ คือ เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งาน (client-side technology) และเทคโนโลยีฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (server-side technology)

2. Open Source หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่เปิดเผย Source code ให้เข้าถึงได้แบบสาธารณะ ทำให้สามารถแก้ไข ดัดแปลง เผยแพร่ Source code ได้ ซึ่งเป็นการให้สิทธิเสรีแก่ผู้ที่จะนำไปใช้ หรือเพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ร่วมกันในลักษณะของการร่วมกันพัฒนารวมเป็นสังคมกลุ่มนักพัฒนา

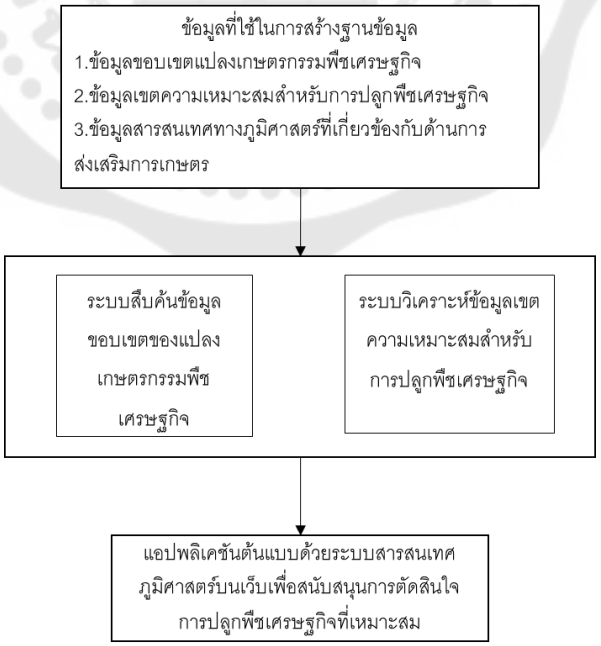
3. ข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ หมายถึง ข้อมูลที่จัดทำขึ้นสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญโดยวิเคราะห์ความเหมาะสมของที่ดินกับปัจจัยความต้องการของพืชแต่ละชนิด ตามสภาพที่มีการเพาะปลูกพืช ร่วมกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ อาทิ เขตป่าไม้ตาม

กฎหมาย เขตพื้นที่โครงการชลประทาน เพื่อประกอบการตัดสินใจในการทำการผลิต หรือส่งเสริมการผลิตทางการเกษตรที่เหมาะสม

4. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตร หมายถึง ระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานที่จะเป็นเครื่องมือทางเลือกช่วยในการตัดสินใจทางการเกษตรของแต่ละพื้นที่ เช่น การเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ เป็นต้น

6. กรอบแนวคิดในงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดตรัง โดยการจัดทำฐานข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ รวมทั้งข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับด้านการส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่จังหวัดตรังให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ และนำเข้าฐานข้อมูลของระบบเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมที่กำหนดโดยผู้ใช้งานร่วมกับข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่จังหวัดตรัง ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม กรณีศึกษาจังหวัดตรัง ได้ศึกษาข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีแนวคิด ทฤษฎีเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยจำแนกเป็นการกำหนดเขตความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ รวมถึงระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ (Web-based GIS) ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. การกำหนดเขตความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ
2. แนวคิดเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ
4. มาตรฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่กำหนดโดย Open Geospatial Consortium (OGC)
5. ซอฟต์แวร์รหัสเปิด (open source software)
6. เทคโนโลยีและภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดเขตความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ

1.1 ความเป็นมาของการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Zoning)

การบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมสำหรับสินค้าเกษตรที่สำคัญเป็นที่นโยบายที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ใช้ในการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีเป้าหมายเพื่อการปฏิรูปภาคการเกษตรกรรม (Agriculture Revolution) โดยใช้กรอบแนวคิดที่สำคัญคือ Zoning = Area + Commodity + Human Resource โดยมีวัตถุประสงค์ คือ การบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Zoning) จะเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีปัจจัยหลัก 3 ด้าน คือ ด้านพื้นที่และทรัพยากร (Area & Resource) ด้านสินค้า (Commodity) และด้านคน (Human Resource Smart Farmer & Smart Officer) ในการร่วมกันขับเคลื่อนนโยบายให้ประสบความสำเร็จ โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ออกประกาศเรื่องการกำหนดเขตความเหมาะสมสำหรับสินค้าที่สำคัญ ได้แก่ พืช 13 ชนิด ประกอบด้วย ข้าว มันสำปะหลัง ยางพารา ปาล์มน้ำมัน อ้อยโรงงาน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สับปะรดโรงงาน ลำไย เงาะ

ทุเรียน มังคุด มะพร้าว และกาแฟ โดยมีเป้าหมายที่สำคัญคือ การปรับสมดุล Demand Supply ของสินค้าเกษตรในแต่ละพื้นที่ โดยในการประกาศเขตความเหมาะสมในการปลูกพืช จะใช้ข้อมูลวิชาการ ศักยภาพ กายภาพในพื้นที่ โดยรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภูมิอากาศ ดิน น้ำ ความชื้น แสงแดด สภาพแวดล้อม ด้านต่างๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

การได้มาของข้อมูลดังกล่าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ขอความร่วมมือหน่วยงานในสังกัดและนอกสังกัด โดยเฉพาะในระดับจังหวัดในการดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ จะเป็นปัจจัยในการพัฒนาการเกษตรให้ตรงตามศักยภาพและเหมาะสมกับพื้นที่ให้บรรลุเป้าหมายของการพัฒนาตามกรอบแนวคิดการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งจะต้องมีการบูรณาการนโยบายต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้การขับเคลื่อนนโยบายการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Zoning) เกิดประสิทธิภาพและเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

1.2 ขั้นตอนการจัดทำเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

การกำหนดเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจและการจัดทำบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ใช้ฐานข้อมูลต่างๆ ในการวิเคราะห์โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ใช้คุณสมบัติดิน (Soil property) จากแผนที่ดิน (soil map) ได้แก่ เนื้อดิน การระบายน้ำของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของพืช (CEC) ความอิ่มตัวด้วยด่าง (BS) ความลึกของดิน ปริมาณกรวด ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ความลึกของชั้นจาโรไซต์ ปฏิกิริยา(pH) ความลาดชัน เป็นต้น เพื่อประเมินความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดิน (soil suitability) โดยใช้ระดับความต้องการปัจจัยต่อการเจริญเติบโตของพืช (crop requirement) ดังนี้ ความชุ่มชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (m) ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช (o) ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร (s) สภาวะการหยั่งลึกของราก (r) ความเสียหายจากน้ำท่วม (f) การมีเกลือมากเกินไป (x) สารพิษ (z) ศักยภาพการใช้เครื่องจักร (w) ความเสียหายจากกัดกร่อน (e) เป็นต้น แบ่งชั้นความเหมาะสมดังนี้

- ชั้นที่มีความเหมาะสมสูง (S1)
- ชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2)
- ชั้นที่มีความเหมาะสมเล็กน้อย (S3)
- ชั้นที่ไม่มีความเหมาะสม (N)

2. นำเข้าข้อมูลความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดิน (Soil suitability) ร่วมกับแผนที่ดิน (soil map) ได้เป็นแผนที่ความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดิน (Soil suitability map)

3. ซ้อนทับแผนที่เหมาะสมทางกายภาพของที่ดิน (Soil suitability map) กับเส้นชั้นน้ำฝน (Isohyet map) เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินด้านความต้องการน้ำ ได้เป็นแผนที่ความเหมาะสมของที่ดิน (Land suitability map)

4. ซ้อนทับแผนที่ความเหมาะสมของที่ดิน (Land suitability map) กับเขตป่าไม้ตามกฎหมาย และสภาพการใช้ที่ดินของพืชปัจจุบัน (Present land use map) เพื่อให้ได้ความเหมาะสมของที่ดินตามสภาพการใช้ที่ดินของพืชปัจจุบันในเขตเกษตรกรรมป่าไม้ตามกฎหมาย

5. ซ้อนทับกับขอบเขตการปกครอง (ที่มีรายละเอียด อำเภอ ตำบล) เลือกพื้นที่เฉพาะชั้นที่มีความเหมาะสมสูง (S1) ชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2) และเฉพาะตำบลที่มีสภาพการใช้ที่ดินของพืชปัจจุบันมากกว่า 40 ไร่ เพื่อประกาศเขตเหมาะสมสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจต่อไป

2. แนวคิดเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems: DSS) คือ ระบบสารสนเทศที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจการวางแผนการทำงาน ในลักษณะมีโครงสร้างไม่ชัดเจน โดยดึงข้อมูลมาจากหลายแหล่งเพื่อช่วยในการตัดสินใจและมีลักษณะยืดหยุ่นตามความต้องการของผู้ใช้ สามารถช่วยให้ผู้ใช้ตัดสินใจปัญหาได้ทั้งลักษณะมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง และรวมถึงลักษณะกึ่งโครงสร้าง ปัญหาแบบมีโครงสร้างส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานประจำ ปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างเกิดจากความไม่แน่นอน ความผันผวนของสภาพแวดล้อมเศรษฐกิจหรือภายนอกองค์กร และจากงานไม่ประจำปัญหาที่มีลักษณะกึ่งโครงสร้าง เกิดจากปัญหาที่มีโครงสร้างแต่ผิดไปจากงานประจำบ้าง เป็นต้น สำหรับโดยทั่วไปองค์กรส่วนใหญ่จะนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ มาใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจ วิเคราะห์ปัญหาในลักษณะกึ่งโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง ซึ่งแตกต่างจากระบบสารสนเทศประเภทอื่น ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ สามารถนำเสนอข้อมูลเพื่อเป็นทางเลือก ช่วยวิเคราะห์ปัญหาและผลลัพธ์ในการวิเคราะห์ให้กับผู้ใช้ เช่น ในประเทศจีนมีการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจและแอปพลิเคชันมาบูรณาการร่วมกับงานด้านต่างๆ แบ่งออกเป็น 4 ด้านดังนี้ 1) ภาคเศรษฐกิจมหภาคและการกำหนดนโยบายสาธารณะ 2) ภาคอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม 3) ด้านธรรมชาติการจัดการทรัพยากรระบบนิเวศและการป้องกันสิ่งแวดล้อม 4) การดำเนินงานขององค์กรการจัดการ (จีรศักดิ์ พุ่มเจริญ, 2562)

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตร (Decision Supporting System for Agriculture) คือ ระบบสนับสนุนโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อตัดสินใจจัดการกับปัญหากึ่งโครงสร้าง ซึ่งสามารถรวบรวม ประมวลผล ให้ข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ และสนับสนุนการตัดสินใจตามความต้องการ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกษตรกรได้รับคำแนะนำเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ต่างๆ โดยมีลักษณะเด่นคือไม่ได้ชี้นำเกษตรกรโดยตรง การตัดสินใจขั้นสุดท้ายขึ้นอยู่เกษตรกรในฐานะผู้ตัดสินใจ (Zhai, 2020)

เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเกษตรจึงควรมุ่งเน้นที่จะส่งเสริมการให้ข้อมูลการตัดสินใจล่วงหน้า ที่เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการเกษตร ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชที่เหมาะสม อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศ แอปพลิเคชันสำหรับส่งข้อมูลพยากรณ์อากาศหรือระบบสารสนเทศสำหรับตรวจสอบข้อมูลอากาศล่วงหน้า (และอาจรวมถึงย้อนหลัง) ที่มีความละเอียดในระดับท้องถิ่นและพืชเศรษฐกิจที่เพาะปลูกอยู่ในท้องถิ่น โดยมีข้อมูลหลักที่ใช้ในการเกษตรโดยเฉพาะ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ พยากรณ์และให้ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตรในระดับท้องถิ่น

2.2 ประโยชน์ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

1. สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ในการสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่แน่นอนหรือกึ่งโครงสร้าง นอกจากนั้นยังเป็นระบบที่รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สร้างแบบจำลองที่ซับซ้อน และมีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับระบบ จึงทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้

2. แสดงผลลัพธ์โต้ตอบต่อสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งผลลัพธ์นั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์หรือเงื่อนไขในการตัดสินใจ โดยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณได้อย่างสมบูณ์ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว

3. ทำให้เกิดแนวความคิดและองค์ความรู้ใหม่ โดยที่ผู้ใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสามารถตรวจสอบแนวความคิดใหม่ๆ ได้ผ่านแบบจำลอง

4. สามารถอำนวยความสะดวกในการสื่อสาร ในการตัดสินใจแบบกลุ่ม รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

5. ช่วยในการปรับปรุงและเพิ่มผลผลิตขององค์กร ระบบสนับสนุนการตัดสินใจมีความสามารถในการเพิ่มการควบคุมการจัดการและปรับปรุงผลผลิตขององค์กร และสามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. ทำให้ประหยัดเวลาและต้นทุนในการดำเนินงาน การใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับงานที่ต้องดำเนินการเป็นประจำนั้น จะส่งผลให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้

7. ช่วยในการสนันสนุนการตัดสินใจแบบมีวัตถุประสงค์ อันเป็นผลมาจากการกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ที่แน่นอน ทำให้มีความแน่นอนและวัตถุประสงค์ที่เด่นชัดกว่าการตัดสินใจที่มาจากการใช้สัญชาตญานหรือลางสังหรณ์เท่านั้น

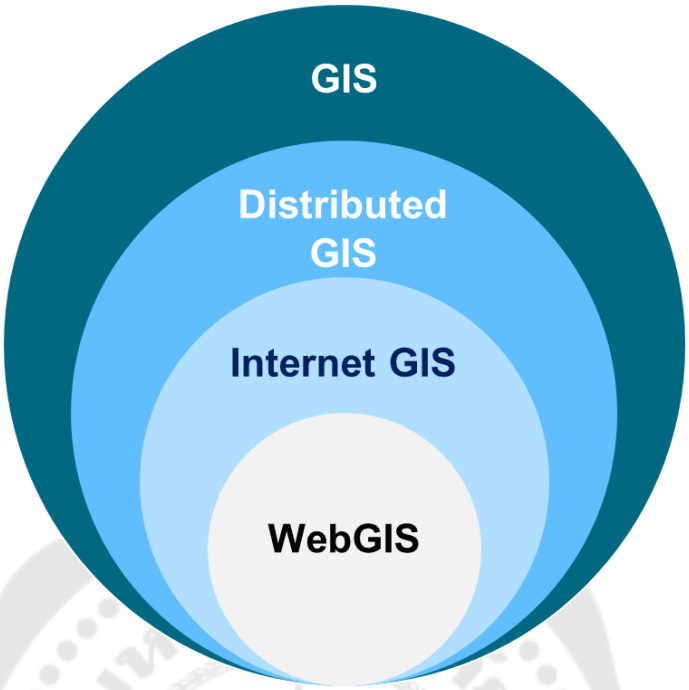
8. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการจัดการใช้เวลา ในกระบวนการตัดสินใจน้อยลง เพราะระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะเป็นเครื่องมือการตัดสินใจที่มีเกณฑ์ที่แน่นอน

9. ช่วยปรับปรุงการทำงานของนักวิเคราะห์ในการสร้างผลงานต่างๆมากขึ้น โดยนักวิเคราะห์จะต้องรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและสร้างแบบจำลองขึ้นมาเองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นงานที่ค่อนข้างยากและใช้เวลานาน

3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ (Web-based GIS)

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเว็บ ทำให้การพัฒนาเว็บที่สามารถให้ผู้ใช้งานโต้ตอบกับระบบได้ เพื่อให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมกับระบบมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ข้อมูลเชิงพื้นที่มีการเผยแพร่อย่างแพร่หลายเป็นอย่างมาก

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ หมายถึง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ให้บริการผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เช่น แอปพลิเคชันแผนที่ที่พัฒนาบนระบบแอนดรอยด์ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ เป็นต้น แต่เนื่องจาก World Wide Web (WWW) ซึ่งสามารถใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายบนอินเทอร์เน็ต ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ จึงถือเป็นรูปแบบที่แพร่หลายมากที่สุดของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนอินเทอร์เน็ต ดังภาพประกอบ 3 (Fu P. and Sun J., 2011)



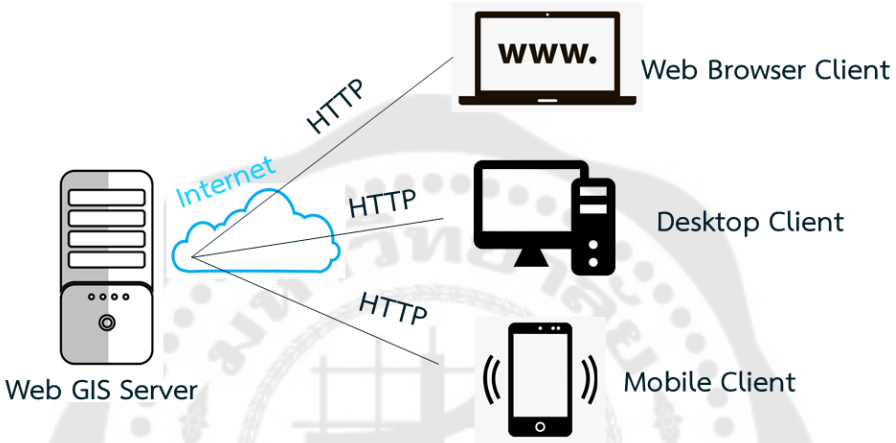
ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บกับส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ที่มา: ดัดแปลงจาก Fu P. and Sun J. (2011)

รูปแบบสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ ประกอบด้วยอย่างน้อย 2 ส่วน คือ ส่วนลูกข่าย (client) และส่วนแม่ข่าย (web server) ส่วนลูกข่ายและส่วนแม่ข่าย จะติดต่อสื่อสารกันผ่าน HTTP ซึ่งเป็นโปรโตคอลหลักที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน โดยที่ลูกข่ายจะใช้ HTTP เพื่อส่งคำขอไปยังแม่ข่าย และแม่ข่ายจะทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ไปยังลูกข่ายอีกครั้งผ่านทาง HTTP เช่นกัน ซึ่งรูปแบบของการแสดงผลลัพธ์อาจเป็น HTML ที่แสดงด้วยเว็บเบราว์เซอร์หรืออาจอยู่ในรูปแบบอื่นๆ เช่น ภาพ แผนที่ เป็นต้น ดังภาพประกอบ 4 โดยส่วนมากรูปแบบสถาปัตยกรรม ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บจะมีส่วนของฐานข้อมูลเป็นองค์ประกอบเพิ่มขึ้นมาด้วย ดังภาพประกอบ 5 และในปัจจุบันมีการขยายวิธีการให้บริการของ Web services ในลักษณะ mashup คือ การที่เว็บเพจหรือแอปพลิเคชันมีการรวมเนื้อหาหรือฟังก์ชันต่างๆ จากหลากหลายเว็บไซต์ ทำให้รูปแบบสถาปัตยกรรมของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ ซึ่งส่วนต่างๆ เหล่านี้สามารถกระจายอยู่ในหลากหลายที่ตั้งบนระบบอินเทอร์เน็ต ดังภาพประกอบ 6

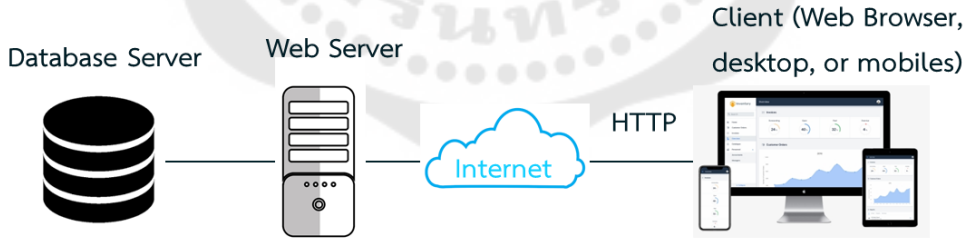
ในปัจจุบันระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บและเดสก์ท็อป จีไอเอส (Desktop GIS) มีความเกี่ยวพันกันมากขึ้น ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บจะต้องอาศัยเดสก์ท็อป จีไอเอส

(Desktop GIS) ในการสร้างแหล่งข้อมูล และในส่วนเดสก์ท็อป จีไอเอส (Desktop GIS) ก็ได้มีการขยายฟังก์ชันการทำงานเพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานจากแหล่งข้อมูลบนเว็บได้ เช่น ผู้ใช้อาร์คจีไอเอส เดสก์ท็อป (ArcGIS Desktop) สามารถใช้แผนที่ฐานที่อยู่บนเว็บจากผู้ให้บริการของ USGS หรือ Microsoft Bing Maps ได้โดยไม่ต้องทำการสำเนาข้อมูลลงมาไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ของตัวเอง เป็นต้น



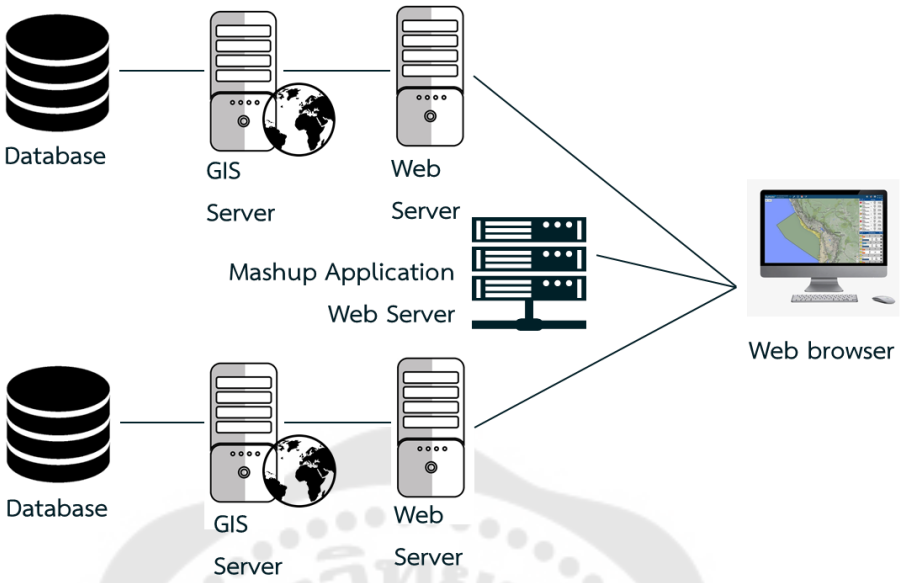
ภาพประกอบ 4 รูปแบบสถาปัตยกรรมอย่างง่ายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ

ที่มา: ดัดแปลงจาก Fu P. and Sun J. (2011)



ภาพประกอบ 5 รูปแบบสถาปัตยกรรมอย่างง่ายของระบบส่วนประกอบของระบบภูมิสารสนเทศบนเว็บที่ประกอบด้วย 3 ส่วน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Fu P. and Sun J. (2011)



ภาพประกอบ 6 รูปแบบสถาปัตยกรรมพื้นฐานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บในลักษณะ *mashup*

ที่มา: ดัดแปลงจาก Fu P. and Sun J. (2011)

4. มาตรฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่กำหนดโดย Open Geospatial Consortium (OGC)

องค์กรความร่วมมือข้อมูลภูมิศาสตร์ระบบเปิด (Open Geospatial Consortium: OGC) เป็นองค์กรระหว่างประเทศก่อตั้งขึ้นโดยไม่มุ่งหวังผลกำไร เกิดขึ้นจากการรวมตัวกันของกลุ่มบริษัท ซอฟต์แวร์ด้าน GIS บริษัทซอฟต์แวร์ด้านฐานข้อมูล บริษัทคอมพิวเตอร์ หน่วยงานสื่อสารโทรคมนาคม มหาวิทยาลัย หน่วยงานผู้ผลิตข้อมูล รวมทั้งองค์กรของรัฐ มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนด มาตรฐานเทคโนโลยีระบบเปิด (Open system) ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ทั่วโลก รวมถึงสนับสนุน และส่งเสริมการแบ่งปันข้อมูลภูมิสารสนเทศในรูปแบบการบริการผ่านเครือข่ายออนไลน์ มาตรฐาน ต่างๆ ที่ประกาศโดย OGC (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2551) ได้แก่

1. การให้บริการแผนที่ออนไลน์ในรูปแบบ Web Map Service (WMS)

เป็นการแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ในรูปแบบของข้อมูลภาพดิจิตอลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะผลิตแผนที่ให้เป็นรูปภาพในรูปแบบ PNG GIF หรือ JPEG ถ้าเป็นข้อมูลเวกเตอร์ จะอยู่ในรูปแบบ Scalable vector graphic (SVG) โดยที่ผู้ใช้สามารถเรียกข้อมูลแผนที่

จากหลายๆ แหล่งที่อยู่ในพิกัดเดียวกัน มาซ้อนทับกันได้มากกว่าหนึ่งชั้นข้อมูล โดยมีเงื่อนไขว่ารูปแบบของข้อมูลภาพต้องสนับสนุนการทำงานของพื้นหลังแบบโปร่งใส ซึ่งจะทำงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์เพื่อรับการร้องขอจากผู้ใช้ผ่าน URL (Uniform resource locators) โดยมีมาตรฐานในการรองรับการร้องขอบริการใน 3 ลักษณะ ดังภาพประกอบ 7 ดังนี้

1.1 Get Capabilities: ส่งค่าการให้บริการในส่วนของ metadata ซึ่งเป็นตัวอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของข้อมูลที่มีให้บริการรวมถึงการดำเนินงานและพารามิเตอร์ที่สนับสนุน และรายการชั้นข้อมูลที่พร้อมใช้งาน

1.2 Get Map: ส่งภาพแผนที่ตามขอบเขตที่ผู้ร้องขอกำหนด

1.3 Get Feature Info: ส่งค่าการให้บริการในการร้องขอข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของข้อมูลในแผนที่ โดยใช้ตำแหน่งพิกเซลบนแผนที่

```
http://localhost:8080/geoserver/wms?
service=WMS&
version=1.1.0&
request=GetMap&
layers=thesis:meter&
styles=&bbox=100.913688659668,14.5098085403442,101.271598815918,14.6795043945313&width=768&
height=364&
srs=EPSG:4326&
 format=image%2Fjpeg
```

ภาพประกอบ 7 การร้องขอบริการในรูปแบบ Web Map Service (WMS)

ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2551)

2. การให้บริการแผนที่ออนไลน์ในรูปแบบ Web Feature Service (WFS)

เป็นข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับสร้าง แก้ไข และแลกเปลี่ยนข้อมูลทางภูมิศาสตร์ในรูปแบบเวกเตอร์จากผู้ให้บริการข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่ง WFS จะเข้ารหัสและถ่ายโอนข้อมูลในลักษณะของ Geography Markup Language (GML) ซึ่งเป็นเซตย่อยของภาษา XML การร้องขอ WFS ประกอบด้วย 3 ลักษณะ ดังภาพประกอบ 8 ดังนี้

2.1 Get Capabilities คือ การตรวจสอบคุณสมบัติ ความสามารถของชั้นข้อมูลที่มีให้บริการรูปแบบการตอบกลับที่สามารถทำงานได้ มักจะเรียกใช้เป็นคำสั่งแรกเพื่อสร้างเป็น user interface

2.2 Describe Feature Type คือ การบรรยายโครงสร้างของฟีเจอร์ที่จะให้บริการ เช่น รายละเอียดของข้อมูล Attribute ที่ประกอบอยู่ด้วยกัน

2.3 Get Feature คือ การเรียกดูข้อมูลคุณลักษณะหรือการเข้าถึงข้อมูล Attribute ซึ่งผลลัพธ์ของข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบ GML

```
http://localhost:8080/geoserver/ows?
service=WFS&
version=1.0.0&
request=GetFeature&
typeName=thesis:meter&
maxFeatures=50&
outputFormat=application%2Fjson
```

ภาพประกอบ 8 การร้องขอบริการในรูปแบบ Web Feature Service (WFS)

ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2551)

5. ซอฟต์แวร์รหัสเปิด (open source software)

ซอฟต์แวร์รหัสเปิด หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ให้เสรีภาพในการใช้งาน ติดตั้ง แก้ไข ปรับปรุง เผยแพร่ โดยไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม และมีการเปิดเผยซอฟต์แวร์ต้นฉบับ (Source code) ที่แสดงหลักการทำงานของโปรแกรมโดยละเอียดทั้งหมด เพื่อให้บุคคลอื่นที่นำไปใช้งาน หรือนักพัฒนาโปรแกรมสามารถศึกษาและพัฒนาต่อไปได้ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร, 2558) คือ

1. ไม่จำกัดให้ผู้ใดผู้หนึ่งทำการจำหน่ายหรือแจกจ่ายซอฟต์แวร์ให้เป็นส่วนใด ส่วนหนึ่งแบบแยกส่วนที่จะประกอบด้วยซอฟต์แวร์จากหลายแหล่ง และต้องไม่มีการกำหนดเกี่ยวกับค่าใช้ลิขสิทธิ์หรือข้อกำหนดใดๆ

2. เผยแพร่ซอฟต์แวร์ต้นฉบับและยินยอมให้มีการแจกจ่ายโปรแกรมต้นฉบับ ถ้าไม่สามารถแจกจ่ายได้พร้อมโปรแกรมต้นฉบับ จะต้องมีสถานที่ในการแจกจ่ายแบบสาธารณะ เพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าถึงโปรแกรมต้นฉบับได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนอื่นๆ ซึ่งโปรแกรมต้นฉบับต้องไม่อยู่ในลักษณะที่เป็นการสับสนโดยเจตนา ต้องไม่มีโครงสร้างการทำงานที่มีตัวแปลภาษาเฉพาะ

ซอฟต์แวร์รหัสเปิดที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม ได้แก่

5.1 โปรแกรม GeoServer

โปรแกรม GeoServerทำหน้าที่ให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พัฒนาด้วยภาษา Java จึงสามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการทุกประเภท ได้แก่ Windows Linux และ UNIX มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้กับผู้ดูแลระบบซึ่งจะสามารถกำหนดค่าต่างๆ ผ่านทางหน้าเว็บได้ มีการพัฒนาโมดูลจำนวนมากเพื่อรองรับรูปแบบข้อมูลที่หลากหลาย และได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการให้บริการโดยรองรับมาตรฐานจากองค์กรความร่วมมือข้อมูลภูมิศาสตร์ระบบเปิด (Open Geospatial Consortium : OGC) ประกอบด้วย Web Map Service (WMS) และ Web Feature Service (WFS) คุณลักษณะที่สำคัญของโปรแกรม GeoServer คือ สามารถสนับสนุนการใช้งานข้อมูลเวกเตอร์ของโปรแกรม PostGIS ArcSDE DB2 Oracle และรูปแบบข้อมูลประเภท Shapefile ได้ ซึ่งสามารถแปลงค่าพิกัดได้อัตโนมัติในขณะที่ทำงานผ่าน WMS และ WFS โดยมีระบบพิกัดสนับสนุนมากกว่า 100 ระบบโดยระบบได้ถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูล EPSG ของ GeoServerผลลัพธ์ของภาพแผนที่ผ่าน WMS สามารถส่งออกได้หลายรูปแบบ ไฟล์ ได้แก่ GIF GeoRSS GeoTiff JPEG KML PDF PNG SVG และTiff ในส่วนข้อมูลเวกเตอร์ผ่าน WFS สนับสนุนรูปแบบไฟล์ CSV GML GeoJSON KML และ shapefile (ภาณุวัฒน์ อังคสุรักษ์, 2554)

5.2 โปรแกรม VS Code

เป็นโปรแกรม Editor ที่ใช้เขียนโค้ด พัฒนาโดย Microsoft และเปิดให้ใช้งานแบบ Open source รองรับการเขียนโค้ดหลายภาษาโปรแกรม เช่น C++ python JAVA JavaScript และPHP เป็นต้น มีฟีเจอร์ที่เหมาะสมกับการพัฒนาโปรแกรม นอกจากนี้ Visual Studio Code ยังมีการจัดรูปแบบโค้ด ทำให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว เกิดข้อผิดพลาดน้อย มีตัวช่วยทำให้รู้ตำแหน่งของโค้ดที่ผิดพลาดได้ง่าย และมี Extensions เพื่อให้สามารถเพิ่มเครื่องมือจากนักพัฒนาภายนอกเข้ามาใช้งานเพื่อให้พัฒนาแอปพลิเคชันสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น (ณัฐพล แสนคำ, 2563)

5.3 โปรแกรม PostgreSQL และ PostGIS

โปรแกรม PostgreSQL คือ ระบบจัดการฐานข้อมูล ที่สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย มีการพัฒนามาจาก POSTGRES 4.2 โดยมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ตั้งแต่ ค.ศ. 1977 สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการได้ทั้ง Windows Linux และ UNIX (AIX BSD HP-UX SGI Irix Mac OS X Solaris Tru64) ปัจจุบันโปรแกรม PostgreSQL ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

ขององค์กรใดโดยเฉพาะ แต่มีผู้ร่วมพัฒนาจากทั่วโลกทำให้โปรแกรม PostgreSQL มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (สิทธิชัย ชูสำโรง, 2559)

โปรแกรม PostgreSQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุสัมพันธ์ (object relational database management system :ORDBMS) คือ ผู้ใช้งานสามารถใช้งานฐานข้อมูลด้วยการใช้คำถาม (query) เพื่อสืบค้นข้อมูลภายในฐานข้อมูลนั้นได้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบถึงโครงสร้างภายในของฐานข้อมูล ระบบสามารถใช้รูปแบบคำสั่งของภาษา SQL ได้เกือบทั้งหมด รวมถึงมีชนิดข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดขึ้น (user defined data type) ส่วนประกอบของ PostgreSQL มี 5 ส่วน คือ

(1) tablespaces คือ ที่เก็บออปเจ็กต์ต่างๆ ของ database ในทางกายภาพ

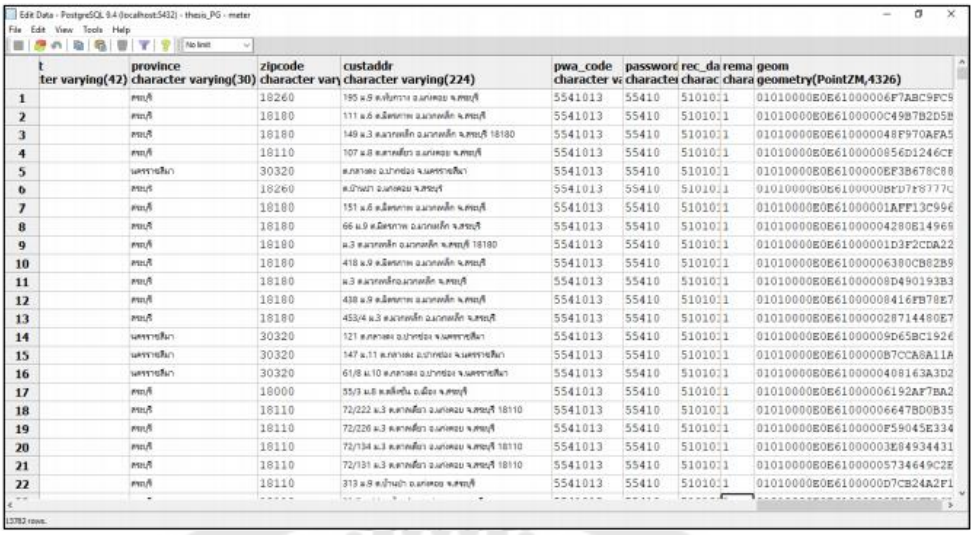
(2) databases คือ ส่วนที่เป็นออปเจ็กต์หลักของฐานข้อมูลในโปรแกรม PostgreSQL เป็นส่วนที่จะเก็บข้อมูลทั้งหมดที่จะใช้ในระบบ เมื่อผู้ใช้เชื่อมต่อกับ database server จะเป็นการเชื่อมต่อกับ database objects และเข้าถึงออปเจ็กต์ทั้งหมดในฐานข้อมูล ซึ่งฐานข้อมูล แต่ละตัวจะประกอบด้วยออปเจ็กต์4 ชนิด คือ catalogs language replications และ schemas

(3) schemas เป็นออปเจ็กต์ที่สำคัญที่สุดในฐานข้อมูล ซึ่งจะเป็นส่วนที่เก็บออปเจ็กต์อื่น ๆ อีกหลายชนิดเพื่อเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล เช่น table view เป็นต้น

(4) group roles ใช้เพื่อกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงแบบกลุ่มของ user โดยจะทำหน้าที่ควบคุมการเข้าถึงในระดับเซิร์ฟเวอร์

(5) login roles หรือ user account คือ ผู้ใช้ฐานข้อมูล โดยผู้ดูแลฐานข้อมูลจะเป็นผู้สร้างให้กับผู้ใช้แต่ละคน

PostGIS เป็นส่วนขยายเพิ่มเติม (extensions) ที่ทำให้ระบบ PostgreSQL สามารถรองรับและบริหารจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ กล่าวคือ สนับสนุนข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ โดยการเพิ่มเติมจากส่วนฐานข้อมูลเชิงวัตถุสัมพันธ์ให้เป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (สิทธิชัย ชูสำโรง, 2559) มีรูปแบบการใช้งานตรงตามมาตรฐานองค์กรความร่วมมือข้อมูลภูมิศาสตร์ระบบเปิด ระบบพิกัดของวัตถุเชิงพื้นที่จะถูกจัดเก็บไว้ในตารางคุณลักษณะ (Feature tables) และในตารางคุณลักษณะหนึ่งรายการ สามารถมีเรขาคณิตได้เพียงหนึ่งประเภท (จุด เส้น รูปหลายเหลี่ยม) เท่านั้น ลักษณะการเก็บพิกัดของ แต่ละออบเจ็กต์จะมีการเก็บไว้ในฟิลด์พิเศษรูปแบบ WKT (Well Known Text) นอกจากนี้ยังมี Metadata สำหรับแต่ละตารางคุณลักษณะเพื่อรวบรวมประเภทและระบบพิกัดของ เรขาคณิต ซึ่งจะถูกเก็บไว้ในฟิลด์ Geometry อีกด้วยดังภาพประกอบ 9 และ10 (Consulting Center Geographic Information Systems, 2008)



	t ter varying(42)	province character varying(30)	zipcode character var	custaddr character varying(224)	pwa_code character va	password character	rec_da charac	rema chara	geom geometry(PointZM,4326)
1		สมุทรสาคร	18260	195 ม.5 ต.บ้านบาง อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000006F7ABC9FC9
2		สมุทรสาคร	18180	111 ม.6 ต.นาดี อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000C49B7B2D5E
3		สมุทรสาคร	18180	149 ม.3 ต.มหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร 18180	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000004BF970AFA5
4		สมุทรสาคร	18110	107 ม.8 ต.ท่าจีน อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000856D1246CE
5		นครราชสีมา	30320	ต.ปรางค์ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000EF3B678C88
6		สมุทรสาคร	18260	ต.บ้านบา อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000B1D7F8777C
7		สมุทรสาคร	18180	151 ม.6 ต.นาดี อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000001AFF13C996
8		สมุทรสาคร	18180	66 ม.9 ต.มหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000042B0E14969
9		สมุทรสาคร	18180	ม.3 ต.มหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร 18180	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000001D3F2CDA22
10		สมุทรสาคร	18180	418 ม.9 ต.มหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000063B0CB82B9
11		สมุทรสาคร	18180	ม.3 ต.มหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000D8490193B3
12		สมุทรสาคร	18180	438 ม.9 ต.มหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000008416FB78E7
13		สมุทรสาคร	18180	453/4 ม.3 ต.มหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000287144B0E7
14		นครราชสีมา	30320	121 ต.ปรางค์ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000009D65BC1926
15		นครราชสีมา	30320	147 ม.11 ต.ปรางค์ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000000B7CCA8A11A
16		นครราชสีมา	30320	61/8 ม.10 ต.ปรางค์ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000408163A3D2
17		สมุทรสาคร	18000	55/3 ม.8 ต.คลองมะเดื่อ จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000006192AF7BA2
18		สมุทรสาคร	18110	72/222 ม.3 ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร 18110	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000006647BD0B35
19		สมุทรสาคร	18110	72/226 ม.3 ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000F59045E334
20		สมุทรสาคร	18110	72/134 ม.3 ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร 18110	5541013	55410	5101011		01010000E0E61000003E84934431
21		สมุทรสาคร	18110	72/131 ม.3 ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร 18110	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000573464 9C2E
22		สมุทรสาคร	18110	313 ม.9 ต.บ้านบา อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	5541013	55410	5101011		01010000E0E6100000D7CB24A2F1

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างการเก็บระบบพิกัดของวัตถุเชิงพื้นที่ในตารางคุณลักษณะ

ที่มา: Consulting Center Geographic Information Systems. (2008)

```
POINT(2572292.2 5631150.7)


LINESTRING (2566006.4 5633207.9,  2566028.6 5633215.1, 2566062.3 5633227.1)


MULTILINESTRING((2566006.4 5633207.9,  2566028.6 5633215.1),  (2566062.3
5633227.1,  2566083 5633234.8))


POLYGON (2568262.1 5635344.1,  2568298.5 5635387.6, 2568261.04 5635276.15,
2568262.1 5635344.1);


MULTIPOLYGON(((2568262.1 5635344.1,  2568298.5 5635387.6, 2568261.04 5635276.15,
 2568262.1 5635344.1), (2568194.2 5635136.4,  2568199.6 5635264.2, 2568200.8
5635134.7,  2568194.2 5635136.4 )))
```

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลในรูปแบบ WKT (Well Known Text)

ที่มา: Consulting Center Geographic Information Systems. (2008)

5.4 โปรแกรม Quantum GIS

โปรแกรม Quantum GIS หรือนิยมเรียกว่า โปรแกรม QGIS คือ โปรแกรมเดสก์ท็อป GIS สำหรับจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่มีข้อจำกัด และ

สามารถนำโค้ดไปพัฒนาต่อได้ การพัฒนาใช้ภาษา C++ เป็นหลัก สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows Mac และ Linux มีการพัฒนาให้รองรับการทำงานร่วมกับข้อมูลในรูปแบบตามมาตรฐานสากล Open Geospatial Consortium รวมถึงในเรื่องของการแสดงผลทั้งในส่วนของข้อมูล GDAL Raster Formats และ OGR Vector Formats (หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบจัดการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555)

โปรแกรม Quantum GIS มีลักษณะการใช้งานผ่านส่วนประสานงานกับผู้ใช้ (Graphic user interface) ทำให้สามารถใช้งานได้สะดวก ทั้งในการเรียกใช้ข้อมูลภาพ ตาราง การแสดงผลตารางและกราฟ ตลอดจนการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนที่ตามความต้องการได้ สามารถเรียกใช้และแก้ไขข้อมูลเวกเตอร์ แรสเตอร์ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐานต่างๆ ได้มากมาย เช่น ESRI shapefile Mapinfo GeoTIFF JPEG และErdas Imagine Images เป็นต้น นอกจากนี้ยังสนับสนุนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) และการแสดงผล ข้อมูลเชิงตำแหน่งในรูปแบบของแผนที่ การสร้างและการแก้ไขข้อมูลเชิงข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) สามารถจัดการข้อมูลได้ง่ายโดยใช้เครื่องมือตาม GUI ที่มีอยู่ นอกจากนี้ ยังสามารถเชื่อมต่อกับรูปแบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial RDBMS) ได้ เช่น PostgreSQL เป็นต้น

6. เทคโนโลยีและภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

6.1 ภาษา HTML

HTML ย่อมาจาก hypertext markup language เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ประเภท markup language รูปแบบหนึ่ง ถือเป็นภาษาหลักที่ใช้ในการเขียนเว็บเพจ มีแม่แบบมาจากภาษา SGML (standard generalized markup language) โดยตัดความสามารถบางส่วนออกไปเพื่อให้ สามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น HTML พัฒนาขึ้นเมื่อปี 1980 และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการพัฒนาและกำหนดมาตรฐานจากองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) คือ องค์กรระหว่างประเทศทำหน้าที่จัดระบบมาตรฐานที่ใช้งานบนอินเทอร์เน็ต (WWW) (ประชา พฤกษ์ประเสริฐ, 2550)

ภาษา HTML มีโครงสร้างการเขียนที่ใช้ตัวกำกับ (tag) ควบคุมการแสดงผลของข้อความ รูปภาพ หรือวัตถุอื่นๆ ผ่านโปรแกรม เบราว์เซอร์ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของภาษา HTML โดยแต่ละ tag อาจจะมีส่วนขยาย เรียกว่า attribute เพื่อระบุหรือควบคุมการแสดงผลสำหรับการจัดรูปแบบของเว็บเพิ่มเติม ในการเรียกใช้งาน หรือทดสอบการทำงาน จะใช้โปรแกรม Internet Web Browser เช่น Microsoft edge Google Chrome และMozilla Firefox เป็นต้น

6.2 CSS

CSS ย่อมาจาก cascading style sheets มักเรียกโดยย่อว่า "สไตล์ชีต" ใช้สำหรับจัดรูปแบบการแสดงผลเอกสารที่เขียนจากภาษา HTML เป็นคำสั่งที่เข้ามาเสริมการแสดงผลบนหน้าเว็บเพจ (นันทวัฒน์ ไชยรัตน์, 2560) ได้แก่ สีของข้อความ สีพื้นหลัง สีเส้นขอบ ประเภทตัวอักษร และการจัดวางข้อความ มีมาตรฐานที่กำหนดโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) มีความสามารถและข้อดีต่างๆ คือ ช่วยลดการใช้ภาษา HTML ในการตกแต่งเอกสาร เพื่อให้เอกสาร HTML เข้าใจง่ายขึ้น ไม่ซับซ้อน แก้ไขง่าย สามารถใช้ style sheets ชุดเดียว แสดงผลให้ทั้งหน้าเพจที่มีการใช้งาน CSS เหมือนกันได้ ช่วยให้การปรับปรุงเว็บเพจในส่วนของการแสดงผลท้าได้อย่างรวดเร็ว สามารถใช้งานได้หลากหลายเว็บเบราว์เซอร์และสามารถกำหนดให้แยกออกจากไฟล์เอกสาร HTML สามารถนำมาใช้ร่วมกับเอกสารหลายไฟล์ได้

6.3 ภาษา JavaScript

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับเว็บเพจ ช่วยให้เว็บเพจมีความเคลื่อนไหว และสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้มากขึ้น เช่น การใช้เม้าส์คลิก การกรอกแบบฟอร์ม เป็นต้น ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Netscape เพื่อเพิ่มลูกเล่นให้กับเว็บเพจบนเบราว์เซอร์ JavaScript เป็นภาษาประเภท Interpreter language คือ คอมพิวเตอร์จะแปลความและทำงานตามคำสั่งแบบทีละคำสั่ง โดยมีลักษณะการ ทำงานสนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (object-oriented programming: OOP) ที่มีเป้าหมาย เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต ช่วยให้ผู้เขียนภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ และสามารถทำงานร่วมกับภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ และฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (สมบูรณ์ พัฒน์ธีรพงศ์, 2554) JavaScript เป็นเทคโนโลยีที่สคริปต์ทำงานบนฝั่งไคลเอนต์ (client side script) ซึ่งจะประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ผ่านการทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์ซึ่งเว็บเบราว์เซอร์ได้ทำการรวมภาษา JavaScript และออบเจ็กต์ต่างๆ เตรียมไว้ให้แล้ว ทำให้ไม่ต้องมีการประมวลผลบนเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ซึ่งจะช่วยให้การทำงานได้รวดเร็ว เทคนิคการเขียนแบบ client side script นี้ ทำให้สามารถสร้างเว็บเพจแบบไดนามิกได้ คือ เว็บเพจสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามเหตุการณ์ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

6.4 Node.JS

เป็นการเขียนโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์โดยใช้ภาษา JavaScript มีประสิทธิภาพในเรื่องการประมวลผล และสามารถติดตั้งได้ง่าย พร้อมมีโมดูลต่าง ๆ ให้ใช้งานได้มากมาย ซึ่งในปัจจุบันการรับส่งข้อมูลระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับโปรแกรมต่าง ๆ นั้น จะต้องใช้ API หรือ Application Programming Interface เป็นตัวกลางเพื่อให้รับส่งหรือเชื่อมต่อถึงกัน ซึ่ง API

ดังกล่าวนั้นมีหลากหลายเครื่องมือ แต่เครื่องมือที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันนี้คือ Node.JS เนื่องจาก Node.js มีการประมวลผลอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เว็บแอปพลิเคชันที่เขียนด้วย Node.js นั้น มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งรวมไปถึงเว็บแอปพลิเคชันที่จะช่วยให้การพัฒนาเว็บไซต์เป็นไปอย่างราบรื่นมากขึ้นด้วย ในปัจจุบัน Node.js ถูกนำมาพัฒนาเป็น Web Server, Mobile Hybrid, IOT (w3schools, 2021)

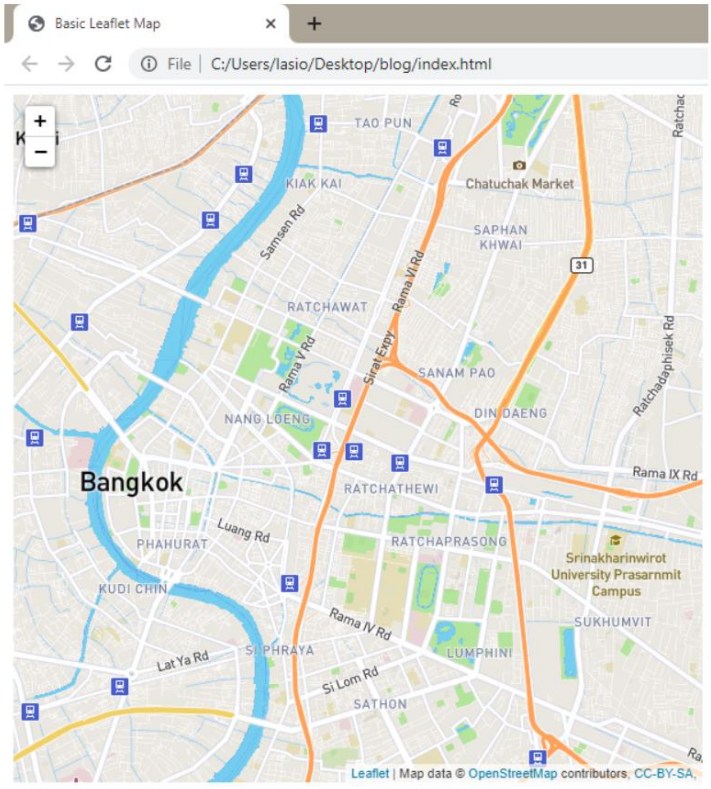
6.5 Leaflet

Leaflet เป็น Javascript Library ถูกพัฒนาโดย Vladimir Agafonkin สำหรับการพัฒนาแผนที่บนระบบอินเทอร์เน็ตเช่นเดียวกับ Google Maps API และ Openlayers แต่ Leaflet ได้รับความนิยมเนื่องจากมี User interface ที่สวยงาม รองรับการทำงานบนโทรศัพท์มือถือ มี plugin เสริมมากมายจากชุมชนนักพัฒนา และที่สำคัญเป็น Javascript Library แบบ Open source จุดเด่นของ Leaflet คือการแสดงผลบนโทรศัพท์ และมีขนาดไฟล์เพียง 3003 KB ไลบรารี Leaflet JavaScript ช่วยให้สามารถใช้เลเยอร์ต่างๆ ได้แก่ เลเยอร์ไทล์ WMS ป๊อปอัป และเลเยอร์เวกเตอร์ (เส้น, รูปหลายเหลี่ยม, วงกลม ฯลฯ) การวางซ้อนภาพและ GeoJSON โดยสามารถโต้ตอบกับแผนที่ออนไลน์บน Leaflet ได้ ทั้งยังสามารถรองรับเบราว์เซอร์ เช่น Safari, Chrome, Firefox บนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และโทรศัพท์มือถือดังภาพประกอบ 11 และ12 (Leafletjs, 2021)

```
<!DOCTYPE html>
<html>
   <head>
      <title>Leaflet sample</title>
      <link rel = "stylesheet" href = "http://cdn.leafletjs.com/leaflet-0.7.3/leaflet.css"/>
      <script src = "http://cdn.leafletjs.com/leaflet-0.7.3/leaflet.js"></script>
   </head>

   <body>
      <div id = "map" style = "width: 900px; height: 580px"></div>
      <script>
         // Creating map options
         var mapOptions = {
            center: [17.385044, 78.486671],
            zoom: 10
         }

         // Creating a map object
         var map = new L.map('map', mapOptions);

         // Creating a Layer object
         var layer = new L.TileLayer('http://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png');

         // Adding layer to the map
         map.addLayer(layer);
      </script>
   </body>

</html>
```

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างการเขียน Script เพื่อใช้ในการสร้างแผนที่บน Leaflet

ที่มา: Leaflet Tutorials. (*2021*)



ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการสร้างแผนที่บนเว็บไซต์ด้วย Leaflet

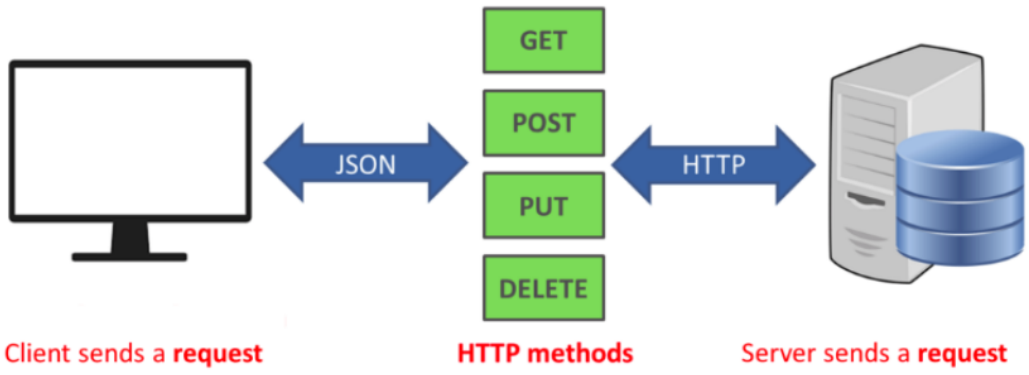
ที่มา: Leaflet Tutorials. (2021)

7.5 REST (Representational State Transfer)

REST (Representational state transfer) เป็นรูปแบบสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ (Architecture Software) ที่ใช้เทคโนโลยี Web Protocol ในการสร้าง Web Service ซึ่ง REST ถูกพัฒนาโดย Roy Fieldingd ตั้งแต่ ค.ศ.2000 เป็นแนวคิดใหม่ในการสร้าง Web Service แบบเรียบง่าย เรียกใช้ผ่านทาง HTTP Method GET POST PUT และDELETE โดยส่งข้อมูลออกมาในรูปของ JSON และXML ทำให้ปริมาณข้อมูลที่รับส่งน้อยกว่าการใช้ Protocol SOAP อยู่มาก ข้อดีของ REST ทำให้นักพัฒนาส่วนใหญ่เริ่มเขียนโปรแกรมหรือพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแบบใช้ RESTful Web Service กันมากขึ้น เพราะมีผลกับเรื่อง Performance ของการใช้งานโปรแกรมด้วย แต่เนื่องจาก REST เริ่มมีการใช้งานเมื่อปี 2000 ทำให้ยังไม่มีมาตรฐานที่กำหนดให้บังคับใช้งานเหมือน Protocol SOAP เดิม หากมีการใช้ RESTful ต้องกำหนดเงื่อนไขจากภาษาที่เขียนด้วย

ผู้พัฒนาระบบเอง โดยภาษาในยุคปัจจุบันนี้มีการรองรับ RESTful Web Service หรือ RESTful Web API (Sakul Montha, 2019)

รูปแบบการส่งข้อมูลของ REST ระหว่าง Server-Client เป็นรูปแบบหนึ่งซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ HTTP Protocol เป็นการสร้าง Web Service เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกันผ่าน Application วิธีหนึ่ง ซึ่งส่งข้อมูลได้หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น Text XML JSON หรือส่งมาเป็นหน้า HTML แต่ส่วนใหญ่แล้วจะเลือกชนิด JSON มากกว่าเนื่องจากรองรับได้ทั้งหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น Browser หรือ Mobile และยังสามารถใช้งานร่วมกับ Web Service ประเภทอื่นๆ ได้ เพียงแค่ทราบ URL ก็สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ รวมถึงจัดการข้อมูลง่ายกว่า เพียงแค่รับข้อมูลมาจากนั้นนำข้อมูลไปแสดงผลในเรื่องต่างๆ (Arnon Puitrakul, 2016) ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 การทำงานของ REST API โดยอาศัย URL ของ Request

ที่มา: Arnon Puitrakul. (2016)

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขัตติยะ พรหมวาส (2560) ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชโดยการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อรายงานข้อมูลความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดต่าง ๆ บนพื้นที่ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้วยภาษาจาวา ภายใต้สิ่งแวดล้อมการพัฒนาของ Android Studio 2.3 ในการใช้งานนั้น โดยผู้ใช้งานจะต้องระบุพื้นที่ เป็นจุดหรือรูปแปลง และระบุชนิดของพืชเศรษฐกิจที่ต้องการทราบความเหมาะสมในการเพาะปลูก จากนั้น

โปรแกรมจะทำการสืบค้นข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจนั้น ณ พื้นที่ที่กำหนด และแสดงผลลัพธ์เป็นแผนที่ระดับความเหมาะสม แผนภูมิสัดส่วนพื้นที่แต่ละระดับความเหมาะสม และรายงานคำแนะนำในการปลูกชนิดดังกล่าวบนพื้นที่ที่กำหนด โปรแกรมประยุกต์นี้จะช่วยให้เกษตรกรสามารถตรวจสอบความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกพืชเศรษฐกิจประเภทต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง และช่วยลดภาระของเจ้าหน้าที่ที่ให้บริการตรวจสอบข้อมูลในสำนักงาน

พิเศษ เสนาวงษ์ (2562) พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการใช้ที่ดินโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ใช้สนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการใช้ที่ดินผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยได้จัดทำฐานข้อมูลจากชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีพื้นที่จังหวัดชลบุรีเป็นกรณีศึกษา การประยุกต์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ประกอบด้วย (1) กรณีวิเคราะห์ข้อจำกัดและเงื่อนไขในการใช้ที่ดิน (2) กรณีแนวทางการใช้ที่ดินและอนุรักษ์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและ (3) กรณีวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางเลือกสนับสนุนการตัดสินใจในการใช้ที่ดินที่เกิดประโยชน์สูงสุด โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือในการวิเคราะห์พื้นที่โดยใช้การให้บริการชุดเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลแผนที่ผ่านระบบเครือข่าย (Geo-processing Service) ของ ArcGIS for Server ติดตั้งบนเครื่องแม่ข่ายในส่วนฐานข้อมูล ซึ่งจัดเก็บฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relation Database) รวมของระบบกลาง ซึ่งสามารถเข้าถึงได้โดยเครื่องแม่ข่ายที่ติดตั้งแอปพลิเคชัน (Application) ที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งให้บริการเว็บเซอร์วิส (Web Services) และ Really Simply Syndication (RSS) ทั้งหมดของระบบซึ่งผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบงานได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

วราภรณ์ เพชรปฐมชล (2561) พัฒนาระบบสืบค้นสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่แสดงผลบนเว็บและสนับสนุนการวางแผนและจัดการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาค โดยเลือกใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของการประปาส่วนภูมิภาคสาขามวกเหล็ก และซอฟต์แวร์รหัสเปิดในการพัฒนาระบบซึ่งสามารถทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ระบบสืบค้นฯ ประกอบด้วยสถาปัตยกรรม 3 ส่วน ได้แก่ ส่วน client ส่วน web server และส่วน database server ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับระบบด้วยการคลิกเลือกเครื่องมือที่ต้องการ ประกอบด้วยเครื่องมือจัดการแผนที่ เครื่องมือระบุข้อมูล (identify) เครื่องมือสอบถามข้อมูล (ad-hoc query) เครื่องมือสืบค้นข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ก่อนหน้า (pre-defined query) ได้แก่ ข้อมูลแนวท่อ ข้อมูลมาตรวัดน้ำ ที่มีการใช้น้ำผิดปกติ ข้อมูลจุดซ่อมท่อ ข้อมูลการใช้น้ำภายในขอบเขตพื้นที่จ่ายน้ำย่อย และข้อมูลน้ำสูญเสีย ซึ่งสามารถส่งออกผลลัพธ์ในรูปแบบตารางได้ ผลการศึกษาพบว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นนี้ ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลไปใช้สนับสนุนการ

ตัดสินใจในการบริหารจัดการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคได้เป็นอย่างดี บุคลากรในหน่วยงานสามารถเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้โดยง่าย โดยที่ผู้ใช้งานไม่ต้องมีความเชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์หรือระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นพื้นฐานทำ ให้ช่วยลดระยะเวลาในการดำเนินงาน และมีความสะดวกมากขึ้นในการดำเนินงาน

โสภาวดี โชติกลาง (2558) พัฒนา Web Map Services สำหรับการท่องเที่ยวชุมชนในพื้นที่ชายฝั่งตะวันออก ประกอบด้วยจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลและเว็บไซต์เผยแพร่ข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชน สร้างขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีของ Google Maps API ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิดในภาษา JavaScript ใช้สร้างแผนที่เชิงปฏิสัมพันธ์ โดยพัฒนาร่วมกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการแสดงผลเว็บเพจ ได้แก่ ภาษา HTML, CSS, JavaScript, XML และ SVG ร่วมกับภาษา PHP สำหรับการติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL ที่ใช้จัดเก็บข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชน ความสามารถของระบบ ได้แก่ การสืบค้นและแสดงผลข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชน การค้นหาเส้นทาง การดาวน์โหลดไฟล์เอกสารและพิมพ์รายงาน และการนับสถิติการเข้าชมเว็บไซต์ โดยการแสดงผลเว็บไซต์อยู่ในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ และแผนที่ โดย URL ของเว็บไซต์ คือ www.gi-cbt.buu.ac.th โครงสร้างของเว็บไซต์ประกอบด้วยหน้าเมนูหลักจำนวน 5 เมนู ได้แก่ หน้าแรก แหล่งท่องเที่ยวชุมชน ค้นหาเส้นทาง ข้อมูล 4 จังหวัด และเกี่ยวกับโครงการวิจัย ผู้ใช้งานสามารถทำการสืบค้นข้อมูล และค้นหาเส้นทางของแหล่งท่องเที่ยวชุมชนผ่านบนเว็บเพจ ผลการวิจัยและพัฒนาพบว่า การประยุกต์เทคโนโลยีของ Google Maps API ในการนำแผนที่เข้ามาแสดงผลบนเว็บเพจ โดยมีการทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูลเว็บไซต์ ทำให้การสืบค้นและแสดงผลข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นไปได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

เอกชัย กกแก้ว และคณะ (2557) พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อบูรณาการข้อมูลการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ตโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการให้บริการข้อมูลด้านการท่องเที่ยวผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเผยแพร่แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติและจากมนุษย์สร้างขึ้น สามารถช่วยให้นักท่องเที่ยวเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ตยังไม่มีการจัดเก็บและแสดงผลอย่างเป็นระบบทั้งเชิงเนื้อหาและเชิงตำแหน่งที่ตั้ง ส่งผลให้นักท่องเที่ยวไม่สามารถรับรู้ถึงความเป็นมาหรืออัตลักษณ์ และวิถีชีวิตที่มีอยู่ในแหล่งท่องเที่ยวนั้น ๆ ได้อย่างแท้จริง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Web-based GIS) เพื่อจัดเก็บและแสดงผลเนื้อหาถ่ายทอดความรู้สึก ความประทับใจ และตำแหน่งที่ตั้งแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต

แสดงผลในลักษณะแผนที่ภูมิศาสตร์บนเว็บแอปพลิเคชันผ่านระบบอินเทอร์เน็ต มุ่งเน้นให้นักท่องเที่ยวรับรู้เรื่องเล่าหรืออัตลักษณ์ และวิถีชีวิตชุมชนในสถานที่ท่องเที่ยว และสะท้อนความรู้สึกความประทับใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อสถานที่นั้น เพื่อกระตุ้นให้เกิดการกลับมาเยือนและส่งเสริมภาพลักษณ์การท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ต ผู้ที่สนใจทั้งภาครัฐและเอกชนสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปสู่การวางรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาการท่องเที่ยวแบบบูรณาการอย่างยั่งยืนต่อไป

ชลาวัล วรรณทอง และคณะ (2558) ศึกษาการจัดการแหล่งท่องเที่ยว ของจังหวัดบุรีรัมย์ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวรวมถึงสร้างเว็บแอปพลิเคชัน ในการนำเสนอฐานข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยว และเสนอแนวทางการจัดการแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดบุรีรัมย์ สำหรับวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลได้ใช้วิธีการสำรวจข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวและข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลร้านอาหาร โรงแรม และสถานีบริการน้ำมัน แล้วสร้างเว็บแอปพลิเคชันจากความต้องการของนักท่องเที่ยว รวมถึงการประเมินความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อโปรแกรมและเสนอแนวทางการท่องเที่ยวหรือจัดทำเป็นแพ็กเกจทัวร์ ผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวจำนวน 22 แห่ง ข้อมูลร้านอาหารจำนวน 207 แห่ง โรงแรมจำนวน 95 แห่ง และสถานีบริการน้ำมันจำนวน 252 แห่ง สำหรับโปรแกรมเว็บแอปพลิเคชันสามารถตอบสนองต่อผู้ใช้งานได้ทันที ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเพิ่มข้อมูล แก้ไขข้อมูล ลบข้อมูล ได้อย่างอิสระ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการท่องเที่ยวหรือแพ็กเกจทัวร์ออกเป็น 3 เส้นทาง ได้แก่ แพ็กเกจทัวร์ประเพณีแข่งเรืออำเภอสตึก ถึงอนุสาวรีย์พระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก แพ็กเกจทัวร์งานแข่งว่าวอำเภอห้วยราช ถึงอนุสาวรีย์พระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก และแพ็กเกจทัวร์อุทยานประวัติศาสตร์เขาพนมรุ้งถึงเขื่อนลำนางรอง ผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

นรเทพ ศักดิ์เพชร (2559) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเชิงพื้นที่เพื่อสนับสนุนการเตือนภัยพิบัติน้ำท่วมเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งวิธีการศึกษาได้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมโดยการพัฒนาต่อยอดจาก Google Maps API เป็นแกนหลักในการพัฒนาโปรแกรมด้านเชิงพื้นที่ทำให้ระบบมีความถูกต้องและบอกสถานที่ผ่านทาง KML File ที่ได้บันทึกค่า Latitude และ Longitude ไว้ในระบบ ทำให้ตำแหน่งของสถานที่ต่าง ๆ มีความถูกต้องและยังมีการแนะนำสถานที่ ข้อมูล จุดเสี่ยงภัยน้ำท่วม และสถานการณ์ต่าง ๆ ไว้ในระบบ สำหรับการจัดการฐานข้อมูลใช้โปรแกรม MySQL ในส่วนผู้ใช้งานของฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server) กับฝั่งไคลเอ็นต์ (Client) ได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา PHP ในการประมวลผลและเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมมีความสามารถ ดังนี้ คือ 1) สามารถแสดงตำแหน่งพิกัดของผู้ใช้งาน

และสามารถเก็บข้อมูลตำแหน่ง พิกัด รูปภาพ และข้อความ จากการรายงานเข้ายังระบบ 2) สามารถรายงานสถานการณ์เชิงพื้นที่ที่เกิดขึ้นแบบเรียลไทม์ และยังสามารถกำหนดระดับความรุนแรงเป็นจุดหรือขอบเขตเชิงพื้นที่เป็นรัศมีวงกลม ตามระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ 3) การเลือกใช้โปรแกรมทั้งหมดเป็นประเภทโอเพนซอร์ส (Open Source) ซึ่งไม่มีค่าใช้จ่ายและค่าลิขสิทธิ์เพื่อวัตถุประสงค์การใช้ข้อมูลร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการส่งเสริม การพัฒนาระบบงาน ทำให้ผู้ที่สนใจและเห็นประโยชน์จากการพัฒนา สามารถนำระบบไปพัฒนาต่อหรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับองค์กรในพื้นที่ได้

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การพัฒนาระบบสนันสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ในด้านต่างๆ มุ่งเน้นการแสดงผลข้อมูลเพื่อใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจ และในส่วนที่เป็นเว็บแอปพลิเคชันที่สนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตร ยังมีข้อจำกัดในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ครอบคลุม เช่น การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านเกษตรเชิงพื้นที่ ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือประกอบในการสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกร หรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องด้านการส่งเสริมการเกษตรรวมถึงผู้ใช้งานทั่วไป ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบซ้อนทับ (Overlay) ผ่านระบบออนไลน์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต งานวิจัยครั้งนี้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม ที่สามารถให้ผู้ใช้งานทำการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และสามารถระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ พร้อมวาดขอบเขตแปลงเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม และรายงานแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ในรูปแบบแผนที่ออนไลน์ การแสดงข้อมูลทางสถิติเพื่อเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ด้านการทำการเกษตรต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม กรณีศึกษาจังหวัดตรัง มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
3. ข้อมูลที่ใช้งานวิจัย
4. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ
5. การออกแบบระบบเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ
6. การออกแบบฐานข้อมูล

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

1.1 สภาพภูมิศาสตร์

จังหวัดตรัง ตั้งอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย ติดกับทะเลอันดามัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของมหาสมุทรอินเดีย อยู่บนละติจูดที่ 7 องศา 54 ฟิลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 99 องศา 13 ลิปดา 29 ฟิลิปดาตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 828 กิโลเมตร (กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด สำนักงานจังหวัดตรัง, 2563)

ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดกระบี่และนครศรีธรรมราช

ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดสตูลและทะเลอันดามัน

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดพัทลุง (มีเทือกเขาบรรทัดกั้นอาณาเขต)

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดกระบี่และทะเลอันดามัน

จังหวัดตรังมีขนาดพื้นที่ 4,917.519 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 3,073,449.36 ไร่ และแบ่งเขตการปกครองส่วนภูมิภาคเป็น 10 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองตรัง อำเภอกันตัง อำเภอนาโยง อำเภอปะเหลียน อำเภอย่านตาขาว อำเภอรัษฎา อำเภอวังวิเศษ อำเภอสิเกา อำเภอห้วยยอด และอำเภอหาดสำราญ ประกอบด้วยตำบลทั้งสิ้น 87 ตำบล และ 723 หมู่บ้าน และขอบเขตการปกครองส่วนท้องถิ่น ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาล 22 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล 77 แห่ง ดังภาพประกอบ 14

1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศจังหวัดตรัง หากศึกษาภูมิประเทศจังหวัดตรังจากทิศตะวันออกมาทิศตะวันตก พบสภาพภูมิประเทศแบบที่สูงภูเขาทางด้านตะวันออก ค่อยๆ ลาดต่ำลงมาสู่พื้นที่ตอนกลางของจังหวัด ซึ่งเป็นภูมิประเทศแบบที่ราบและที่ราบลุ่มแม่น้ำ พื้นที่ทางทิศตะวันตกพบภูมิประเทศแบบภูเขาหินปูนกระจายอยู่หลายแห่ง และพบภูมิประเทศแบบที่ราบชายฝั่งทะเลและชายฝั่งทะเลทางด้านตะวันตกและทิศใต้ของจังหวัดดังภาพประกอบ 15 โดยภูมิประเทศแต่ละแบบมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ภูมิประเทศที่สูงภูเขา เป็นพื้นที่ทางด้านตะวันออก มีความสูง 600 - 1,320 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง (ม.รทก.) ภูมิประเทศสูงที่สุดอยู่ในพื้นที่อำเภอย่านตาขาว รองลงมาคืออำเภอปะเหลียน อำเภอห้วยยอด และอำเภอนาโยง พื้นที่ส่วนนี้เป็นแหล่งทรัพยากรป่าไม้ ป่าดิบชื้น แหล่งต้นน้ำลำธาร และเป็นพื้นที่อนุรักษ์และสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

(2) ภูมิประเทศเขาหินปูน มีลักษณะเป็นเนินเขาแท่งโดด หรือเป็นกลุ่มติดต่อกัน อยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 100 - 600 เมตรจากระดับทะเล มียอดแหลมลักษณะขรุขระ กระจายตัวจากทางเหนือลงมาทางใต้ คืออำเภอวังวิเศษ ผ่านลงมายังอำเภอสิเกาและกันตัง เป็นแหล่งวัตถุดิบหินปูนเพื่อการก่อสร้างและอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์

(3) ภูมิประเทศที่ราบและที่ราบลุ่มแม่น้ำ เป็นที่ราบเชิงเขาต่อเนื่องจากพื้นที่สูงทางตะวันออก มีระดับความสูง 0 - 100 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง (ม.รทก.) เป็นส่วนต้นน้ำที่ไหลจากตะวันออกไปตะวันตก เหมาะกับการเกษตรพืชสวน ยางพารา ปาล์ม และ สวนผลไม้ มีแม่น้ำหลัก คือ แม่น้ำตรัง และแม่น้ำปะเหลียน ตอนกลางและตอนปลายของแม่น้ำมีการทับถมของตะกอนน้ำท่วมถึง เกิดเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำของแม่น้ำตรัง และแม่น้ำปะเหลียน เป็นแหล่งทรัพยากรนาข้าวที่สำคัญของจังหวัด ภูมิประเทศลักษณะนี้กระจายอยู่ในเขตอำเภอห้วยยอด เมืองตรัง กันตัง ย่านตาขาว และปะเหลียน

(4) ภูมิประเทศที่ราบชายฝั่งและชายฝั่งทะเล มีลักษณะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเล หมู่เกาะชายฝั่งทะเล ชายหาดทราย และชายหาดเลน (บริเวณปากแม่น้ำตรัง ปะเหลียน และลำน้ำสายย่อยอื่น ๆ) มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 0 - 50 เมตร พบในพื้นที่ทางด้านตะวันตกของจังหวัด กระจายตัวจากทางเหนือ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอสิเกา กันตัง หาดสำราญ และปะเหลียน เป็นพื้นที่ส่งเสริมกิจกรรมการท่องเที่ยว และการประมงของจังหวัด พื้นที่ในเขตนี้มีลักษณะหลากหลาย บางแห่งเป็นสันทรายหรือหาดทรายขนานชายฝั่ง เช่น ตอนเหนือของอำเภอสิเกา กันตังและหาดสำราญ ชายฝั่งบางแห่งเป็นโคลนที่เกิดจากแม่น้ำตรังและลำธารสายสั้นๆ พัด

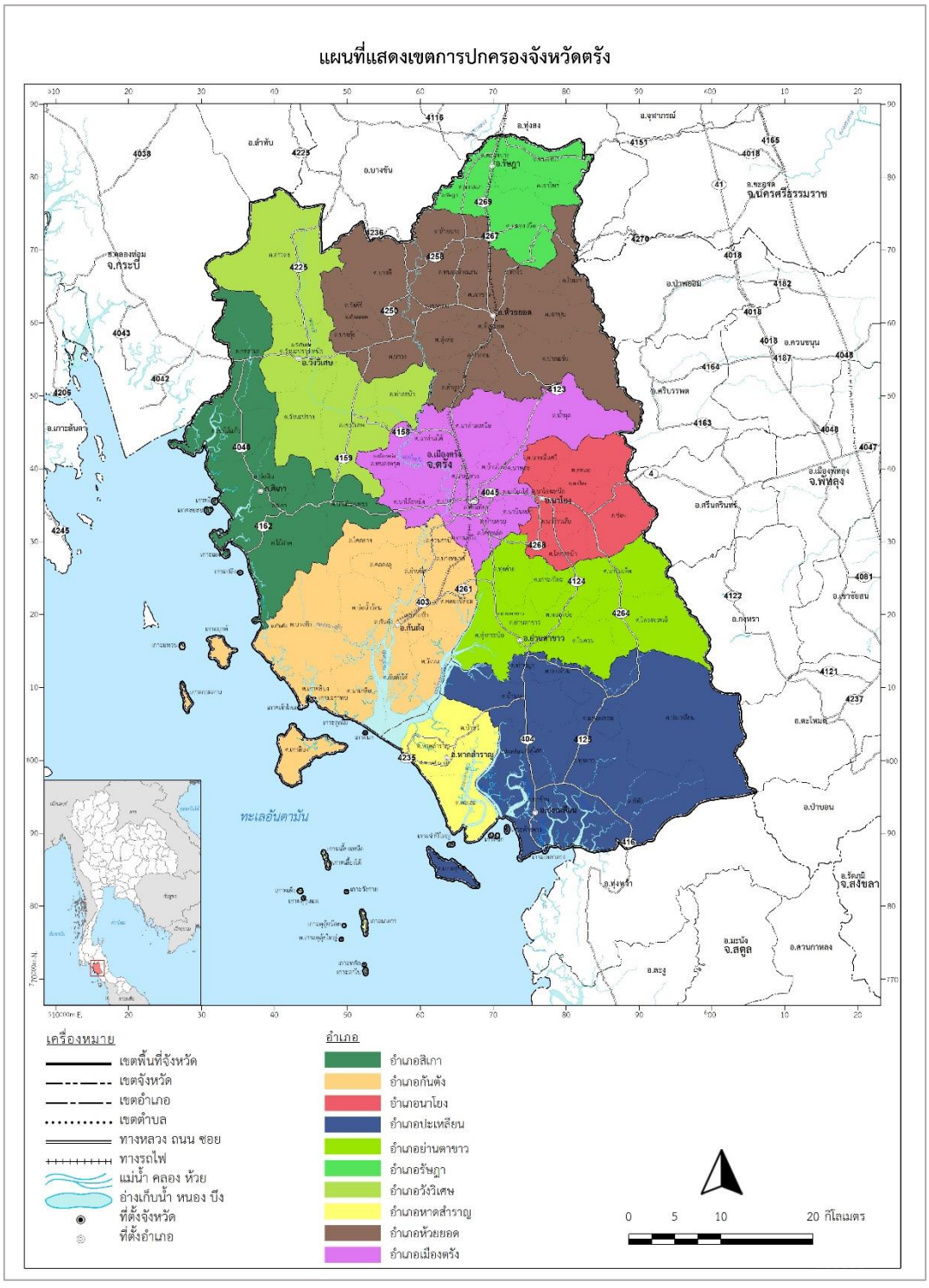
พามา บางแห่งเป็นชะวากทะเล (Estuary) ซึ่งตื้นเขิน มีลักษณะเป็นป่าเสม็ดและ ป่าโกงกาง เช่น บ้านน้ำราบ บ้านเจ้าไหม อำเภอกันตัง มีเกาะที่สำคัญ คือ เกาะมุก เกาะลิบง และ เกาะสุกร โดยเฉพาะเกาะสุกร ชายฝั่งมีหญ้าทะเลงอกงามเป็นบริเวณกว้างทำให้พบพะยูน

1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

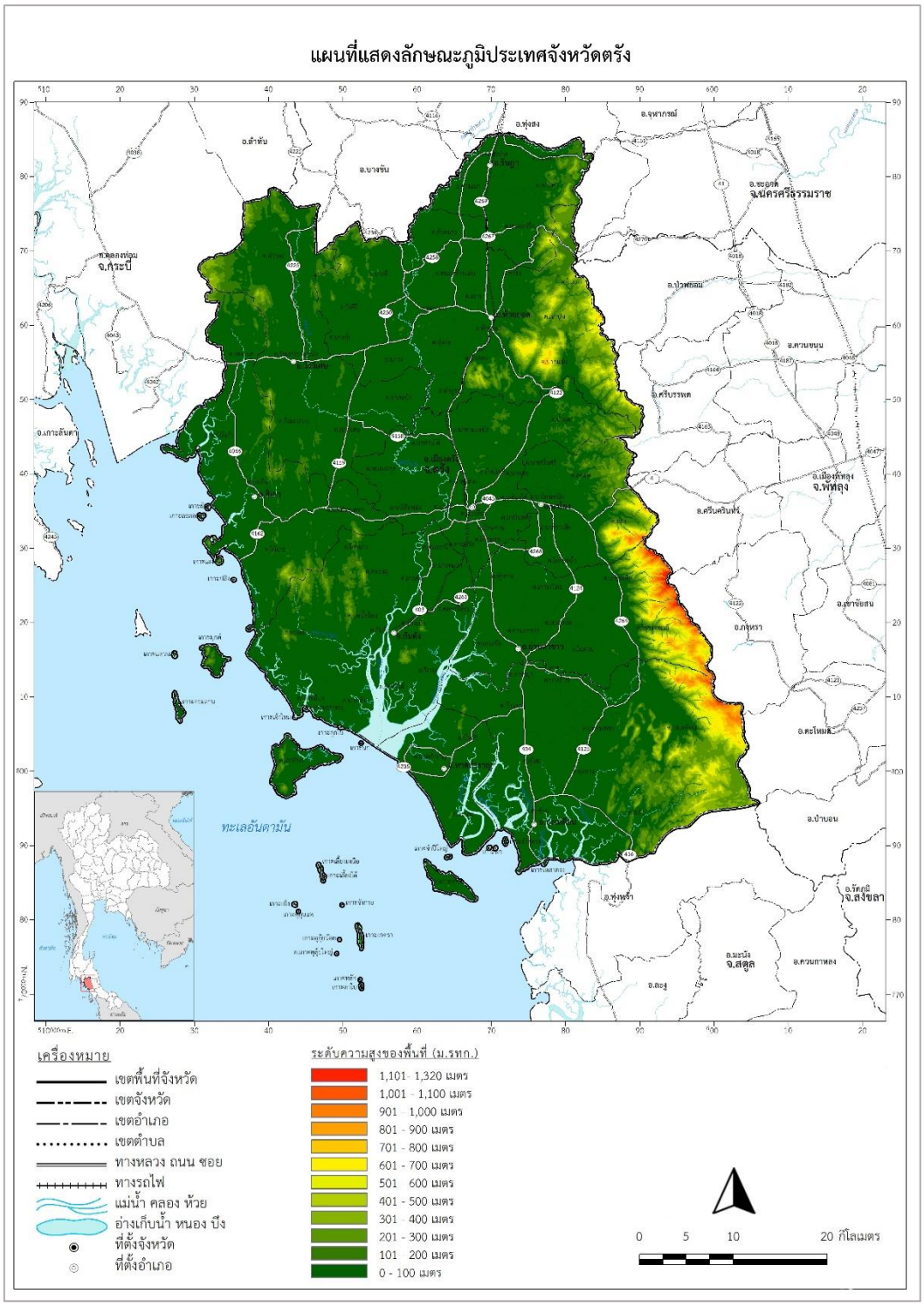
จังหวัดตรังตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน มีอากาศร้อน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงตลอดปี มีฝนตกชุกอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมที่พัดผ่าน 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศไทย ทำให้ภาคเหนือและภาคกลางมีอากาศหนาวและแห้งแล้ง ส่วนภาคใต้ตอนบนจะมีฝนตกชุก เพราะมรสุมได้พัดผ่านอ่าวไทย สำหรับจังหวัดตรังซึ่งอยู่ทางฝั่งตะวันตกได้รับอิทธิพลของลมนี้น้อยจึงมีฝนตกเพียงเล็กน้อย ส่วนมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งจะพัดผ่านมหาสมุทรอินเดีย ส่งผลให้จังหวัดตรังซึ่งตั้งอยู่ในด้านรับลมมีฝนตกชุก ทั้งนี้ จังหวัดตรังมี 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน และฤดูฝน

(1) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม โดยได้รับอิทธิพลของลมมรสุมจากแถบเส้นศูนย์สูตรในช่วงเปลี่ยนฤดูกาล

(2) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ โดยฤดูฝนช่วงแรกจะมีฝนตกสม่ำเสมอในปริมาณ 118.7-730.2 มิลลิเมตรต่อเดือน และฤดูฝนช่วงหลังจะมีปริมาณฝนค่อนข้างน้อย



ภาพประกอบ 14 แผนที่แสดงขอบเขตการปกครองจังหวัดตรัง



ภาพประกอบ 15 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศจังหวัดตรัง

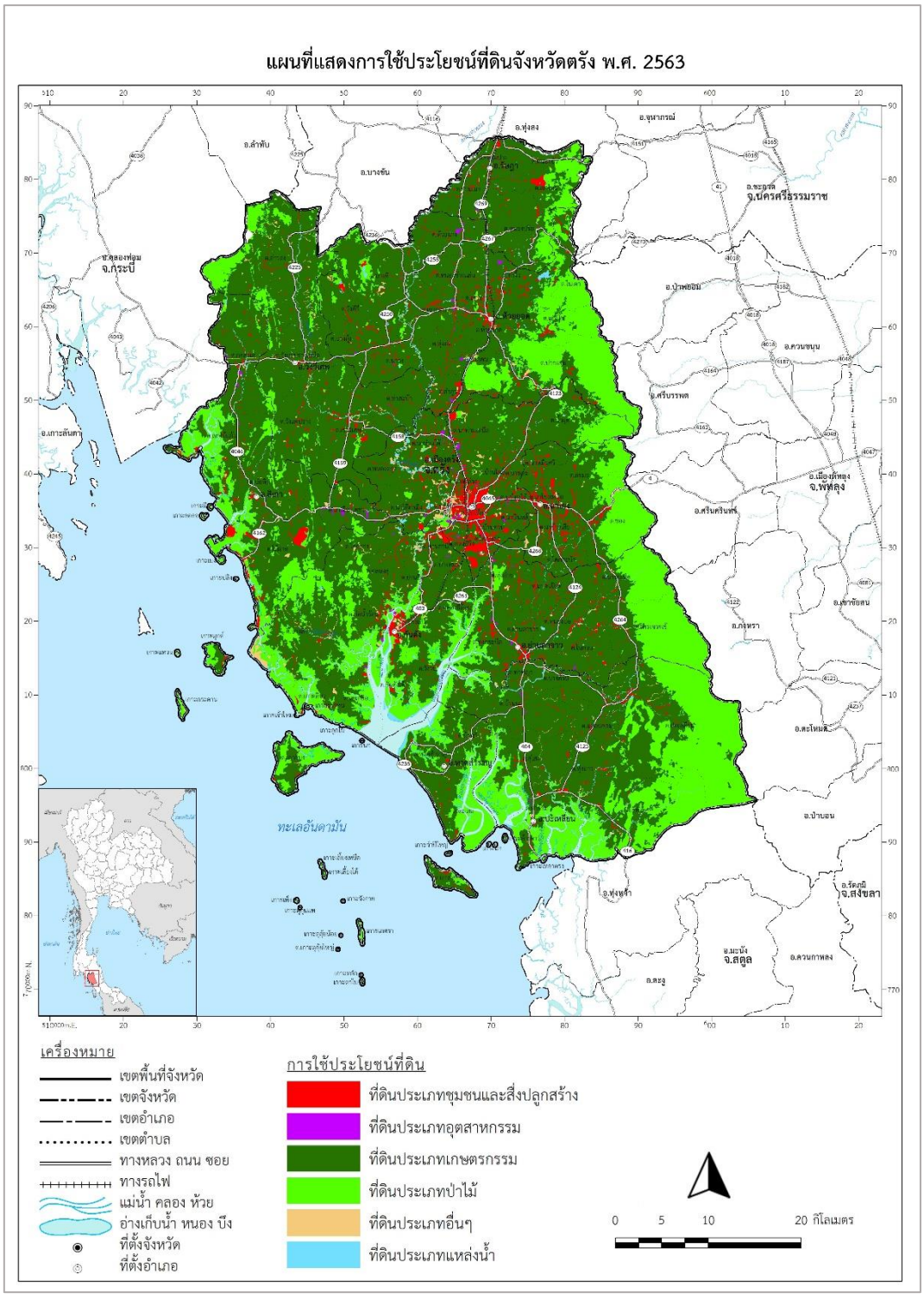
1.4 การใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน

จากฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดตรัง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563) พบว่าการใช้ประโยชน์พื้นที่ส่วนใหญ่ในจังหวัดตรังเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีสัดส่วนพื้นที่ประมาณร้อยละ 65.03 ของพื้นที่จังหวัด กระจายตัวอยู่ทั่วไปทุกพื้นที่ในจังหวัดตรัง โดยมีการทำเกษตรกรรมประเภทไม้ยืนต้นเป็นหลักเนื่องจากมีความสำคัญสูงโดยมีสัดส่วนพื้นที่ร้อยละ 62.29 ของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งจังหวัดตรัง โดยพืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากที่สุด ได้แก่ ยางพารา และปาล์มน้ำมัน รองลงมาคือการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้มีสัดส่วนพื้นที่ประมาณร้อยละ 25.54 ของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งจังหวัดตรัง โดยมีสัดส่วนของประเภทป่าไม้ที่พบที่สุดเป็นป่าไม้ผลัดใบ ในสัดส่วนร้อยละ 16.76 ของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด กระจายตัวอยู่ตามขอบพื้นที่จังหวัดตรังตลอดแนวชายขอบเชื่อมต่อจังหวัดพัทลุง รองลงมาคือป่าชายเลน พบสูงถึงร้อยละ 7.64 ของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด กระจายตลอดแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเป็นประเภทการใช้ที่ดินที่มีมากเป็นอันดับ 3 ซึ่งพบว่ามีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องตามการเพิ่มขึ้นของประชากร มีสัดส่วนพื้นที่เป็นร้อยละ 5.08 ของพื้นที่จังหวัด โดยส่วนใหญ่เป็นที่พักอาศัยประเภทหมู่บ้านมีพื้นที่ 97,258.00 ไร่รองลงมาเป็นสถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ มีพื้นที่ 21,439.00 ไร่ และพื้นที่ตัวเมืองและย่านการค้า มีพื้นที่ 15,764.00 ไร่ ส่วนพื้นที่อุตสาหกรรมยังคงมีสัดส่วนที่น้อยที่สุดในการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดตรัง มีพื้นที่ 7,225 ไร่ พบมากบริเวณตัวเมืองตรังและทิศทางเหนือ ใต้ ตามแนวทางรถไฟและถนนขนานทางรถไฟ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 404 และ 4046 ในทิศทางที่เชื่อมโยงกับจังหวัดนครศรีธรรมราช กระบี่ และสตูล ดังตาราง 1 และภาพประกอบ 16

ตาราง 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ จังหวัดตรัง พ.ศ. 2563

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม	1,998,420	65.03
การใช้ประโยชน์ทีดินประเภทป่าไม้	784,999	25.54
การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	156,335	5.08
การใช้ประโยชน์ทีดินประเภทอุตสาหกรรม	7,225	0.24
การใช้ประโยชน์ทีดินประเภทแหล่งนำ	74,741	2.43
การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ	58,954	1.92
รวม	**3,080,674**	**100.00**

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน. (2563).



ภาพประกอบ 16 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2563

1.5 การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านเกษตรกรรมในการปลูกพืชเศรษฐกิจจังหวัดตรัง

จังหวัดตรังมีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม สภาพพื้นที่เกษตรกรรมในจังหวัดตรังมีลักษณะพื้นที่ 3 ลักษณะดังนี้ คือ 1.พื้นที่เนินเขามีลักษณะดินเป็นดินร่วนและดินร่วนเหนียว ดินร่วนมีความอุดมสมบูรณ์สูงระบายน้ำได้ดี และมีการอุ้มน้ำปานกลาง ดินเหนียวมีความอุดมสมบูรณ์สูง การระบายน้ำปานกลางและอุ้มน้ำได้ดี เป็นพื้นที่ปลูกยางพาราและปลูกไม้ผล 2.พื้นที่ราบสูงมีลักษณะดินเป็นดินเหนียวความอุดมสมบูรณ์สูง มีการระบายน้ำปานกลาง และอุ้มน้ำสูง ปลูกยางพาราและปาล์มน้ำมัน ปลูกไม้ผล ปลูกพืชผักและเลี้ยงสัตว์บริเวณบ้าน เป็นที่อยู่อาศัย 3.พื้นที่ราบลุ่มมีลักษณะดินเป็นดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงมีการระบายน้ำปานกลาง และอุ้มน้ำสูง ปลูกไม้ผล ยางพารา ปาล์มน้ำมันและนาข้าว มีการปลูกพืชผักบริเวณบ้านและเลี้ยงสัตว์ จากการศึกษาและวิเคราะห์ประเด็นปัญหาของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดตรัง สามารถสรุปได้ว่าปัญหาแต่ละพื้นที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดพืชและทรัพยากรที่มีอยู่ ทำให้เกษตรกรมักประสบปัญหารายได้ต่ำ ขาดความมั่นคงในอาชีพเกษตรกรรม ชุมชนขาดความเข้มแข็ง มีคุณภาพชีวิตไม่ดีและก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมมากมาย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตรัง, 2556) และจากข้อมูลผลผลิตสินค้าทางการเกษตรพืชเศรษฐกิจรวมสูงสุด 6 อันดับแรกของจังหวัดตรัง ในปี พ.ศ. 2562 พบว่า ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชที่มีผลผลิตทางการเกษตรมากที่สุด อยู่ที่ 616,234 ตัน รองลงมา คือยางพารา มีผลผลิตอยู่ที่ 340,626 ตัน ตามด้วยมะพร้าว ข้าวนาปี มังคุด และทุเรียน (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 คุณสมบัติเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา

เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นฮาร์ดแวร์ทำหน้าที่เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) สำหรับการวิจัย ทั้ง Application Server และ Database Server และอุปกรณ์จัดเก็บฐานข้อมูลของระบบที่พัฒนาขึ้นโดยมีคุณสมบัติดังนี้

2.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 64 bit ความเร็ว 1.8 - 2.3 GHz

2.1.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด Advanced ECC DDR4 ขนาด 12 GB

2.1.3 พื้นที่จัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ขนาดความจุ 1 TB จำนวน 1 หน่วย

2.1.4 ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Home

2.2 โปรแกรม (Software) ที่ใช้ในการพัฒนา

2.2.1 โปรแกรม Quantum GIS สำหรับประมวลข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.2.2 โปรแกรม GeoServer สำหรับให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.2.3 โปรแกรม PostgreSQL สำหรับจัดการฐานข้อมูล และ PostGIS สำหรับการบริหารจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.2.4 โปรแกรม Visual Studio Code สำหรับเขียนโค้ดเพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

2.3 เทคโนโลยีและภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

2.3.1 HTML (Hypertext Markup Language) สำหรับการกำหนดส่วนแสดงผลบนหน้าเว็บ

2.3.2 CSS (Cascading Style Sheet) สำหรับจัดรูปแบบและควบคุมการแสดงผลของเว็บ

2.3.3 JavaScript

- Leaflet สำหรับใช้ในส่วนของการแสดงผล และจัดการแผนที่ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
- REST (Representational State Transfer) สำหรับการสร้าง Web service เพื่อการส่งข้อมูลผ่าน HTTP Protocol แบบ JSON ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
- Node.js สำหรับการทำหน้าที่เป็น Web Server เพื่อประมวลผลเว็บแอปพลิเคชัน

3. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม และได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมทั้งข้อมูลผู้ใช้งานระบบ และข้อมูลแปลงเกษตรกรรมวิเคราะห์กับเขตความเหมาะสมพืชเศรษฐกิจ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ข้อมูล	ประเภทของข้อมูล	แหล่งที่มา
ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจในพื้นที่จังหวัดตรัง จำนวน 4 ชนิดพืช ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียน	vector	กรมส่งเสริมการเกษตร
ข้อมูลเขตความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่จังหวัดตรัง จำนวน 4 ชนิดพืช ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียน	vector	กรมพัฒนาที่ดิน
ขอบเขตการปกครอง	vector	กรมพัฒนาที่ดิน
ข้อมูลแหล่งน้ำ	vector	กรมชลประทาน
ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน	vector	กรมชลประทาน
ข้อมูลผู้ใช้งานระบบ	string	ผู้วิจัย
ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมวิเคราะห์กับเขตความเหมาะสมพืชเศรษฐกิจ	vector	ผู้วิจัย

4. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบแอปพลิเคชันต้นแบบ

การศึกษานี้เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดตรังเป็นกรณีศึกษา โดยใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิดในการพัฒนาระบบเพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจให้เหมาะสมกับพื้นที่ และใช้วางแผนนโยบายด้านการส่งเสริมการเกษตร โดยสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญการพัฒนาระบบด้านการส่งเสริมการเกษตรและเจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.1 ส่วนพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจในพื้นที่จังหวัดตรัง จำนวน 4 ชนิดพืช ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียนเป็นส่วนแสดงผลข้อมูลที่จัดทำเป็นฐานข้อมูลไว้ เพื่อเรียกมาแสดงผลบนแผนที่ และแสดงผลในรูปแบบรายการข้อมูลได้ โดยสืบค้นได้ในระดับอำเภอ และระดับตำบล มีการแสดงที่ตั้งขอบเขตแปลงเกษตรกรรมที่ผู้ใช้งานกำหนดบนแผนที่ทั้งในระดับอำเภอ และระดับตำบล สามารถเรียกดู

รายละเอียดของข้อมูลได้ และยังสามารถแสดงข้อมูลเชิงสถิติในลักษณะแผนภูมิสัดส่วนเพื่อดูแนวโน้มการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจได้ รวมทั้งสามารถดาวน์โหลดข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรที่สืบค้นในรูปแบบไฟล์ Comma-Separated Value (CSV) เพื่อนำไปวิเคราะห์บนโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์หรือใช้งานตามที่ต้องการได้ ทั้งนี้สามารถเปิดชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ ได้แก่ เขตการปกครอง พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ชลประทาน ข้อมูลเขตความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่จังหวัดตรัง จำนวน 4 ชนิดพืช ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียน ในรูปแบบการให้บริการแผนที่ออนไลน์ประเภท Web Map Service (WMS) เพื่อแสดงผลข้อมูลภาพแผนที่ โดยจะทำการเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL ทั้งหมด เข้าสู่โปรแกรม GeoServer และกำหนดรูปแบบสัญลักษณ์ ขนาดสัญลักษณ์ให้มีขนาดที่เหมาะสม

4.2 ส่วนพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

พัฒนาเมนูการวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้ผู้ใช้งานสามารถระบุขอบเขตแปลงเกษตรกรรมเพื่อการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจเพื่อรายงานผลบนแผนที่ออนไลน์และแสดงรายละเอียดที่ถูกวิเคราะห์รายแปลงในรูปแบบของข้อความ โดยผู้ใช้งานสามารถระบุพิกัดภูมิศาสตร์เพื่อเป็นจุดชี้นำในการแสดงผลไปยังพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ หรือสามารถซูมแผนที่ไปยังพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ จากนั้นใช้เครื่องมือวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมบนแผนที่ออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และทำการเลือกชนิดพืชที่ต้องการวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียน นอกจากนี้สามารถแสดงข้อมูลเชิงสถิติในลักษณะแผนภูมิแท่งสัดส่วนเพื่อดูความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจรายแปลงได้ รวมทั้งสามารถดาวน์โหลดข้อมูลผลลัพธ์การวิเคราะห์แบบรายแปลงในรูปแบบไฟล์ CSV เพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการและเป็นข้อมูลในการสนับสนุนการตัดสินใจในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ

5. การออกแบบระบบแอปพลิเคชันต้นแบบ

จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบแสดงให้เห็นความต้องการในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม และนำมาออกแบบระบบให้มีความสอดคล้องกับความต้องการ ได้แก่ แนวคิดในการพัฒนาระบบ สถาปัตยกรรมของระบบ โครงสร้างการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ การออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ และการออกแบบฟังก์ชันการทำงานของเว็บ

แอปพลิเคชัน เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามวัตุประสงค์หรือความต้องการของระบบ รายละเอียดดังนี้

5.1 แนวคิดในการพัฒนาระบบ

เป็นการวิเคราะห์และออกแบบพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ที่สามารถสืบค้นข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมเพื่อการวิเคราะห์ซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยการทำงานในภาพรวมของเว็บแอปพลิเคชัน จะพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code โดยเว็บแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ได้แก่ Mozilla Firefox Google Chrome Microsoft Edge ในส่วนของฐานข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชันใช้โปรแกรมจัดเก็บฐานข้อมูล PostgreSQL ที่มี PostGIS ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ของระบบ ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงาน 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ การสืบค้น (Query) และการวิเคราะห์ (Analysis)

5.2 การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ

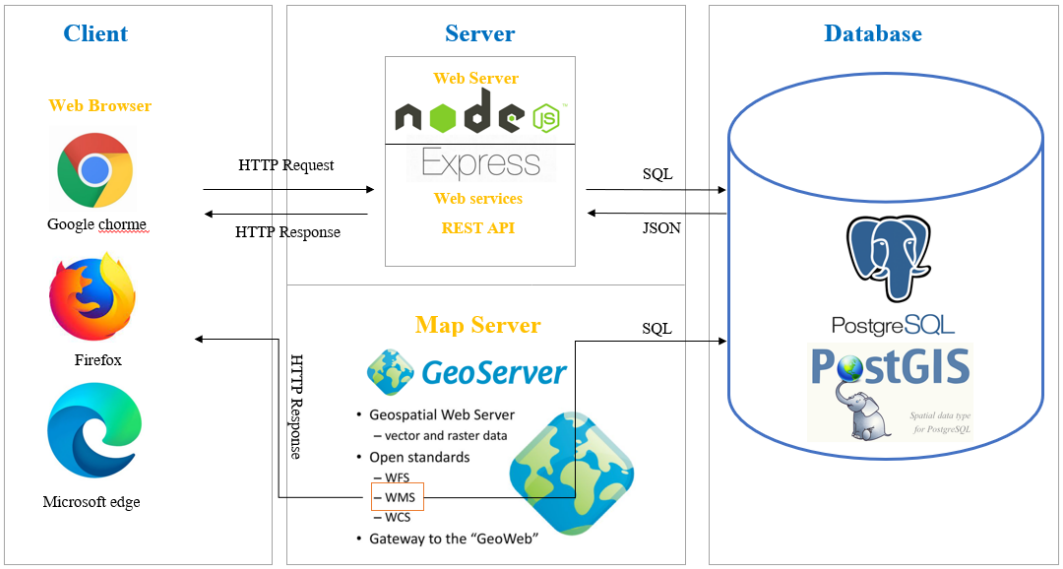
การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 ส่วน (ภาพประกอบ 17) ได้แก่

ส่วนที่ 1 คือ ส่วนผู้ใช้งาน (client) เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ จะเรียกใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ได้แก่ Mozilla Firefox Google Chrome Microsoft Edge เพื่อส่งคำร้องขอข้อมูลผ่าน HTTP Request ไปยังส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server)

ส่วนที่ 2 คือ ส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) ทำหน้าที่ให้บริการ ประมวลผลข้อมูลในรูปแบบการส่งข้อมูลในลักษณะ Representational State Transfer API (REST API) ซึ่งเป็นรูปแบบการส่งข้อมูลระหว่าง Server กับ Client รูปแบบหนึ่งซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ HTTP Protocol เป็นการสร้าง Web Service เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกันผ่านเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ Express ซึ่งสร้างบนพื้นฐานของ Node.js โดยการนำ Node.js มาทำเป็น Framework เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และเปิดการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบโดยแสดงข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์

ส่วนที่ 3 คือ ส่วนเซิร์ฟเวอร์แผนที่ (map server) คือการจัดการคำร้องขอของผู้ใช้งานไปยังส่วนเซิร์ฟเวอร์แผนที่ (map server) ซึ่งเป็นส่วนสร้างภาพแผนที่โดยใช้ซอฟต์แวร์ GeoServer เพื่อส่งคำร้องขอข้อมูลผ่าน HTTP ไปแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์

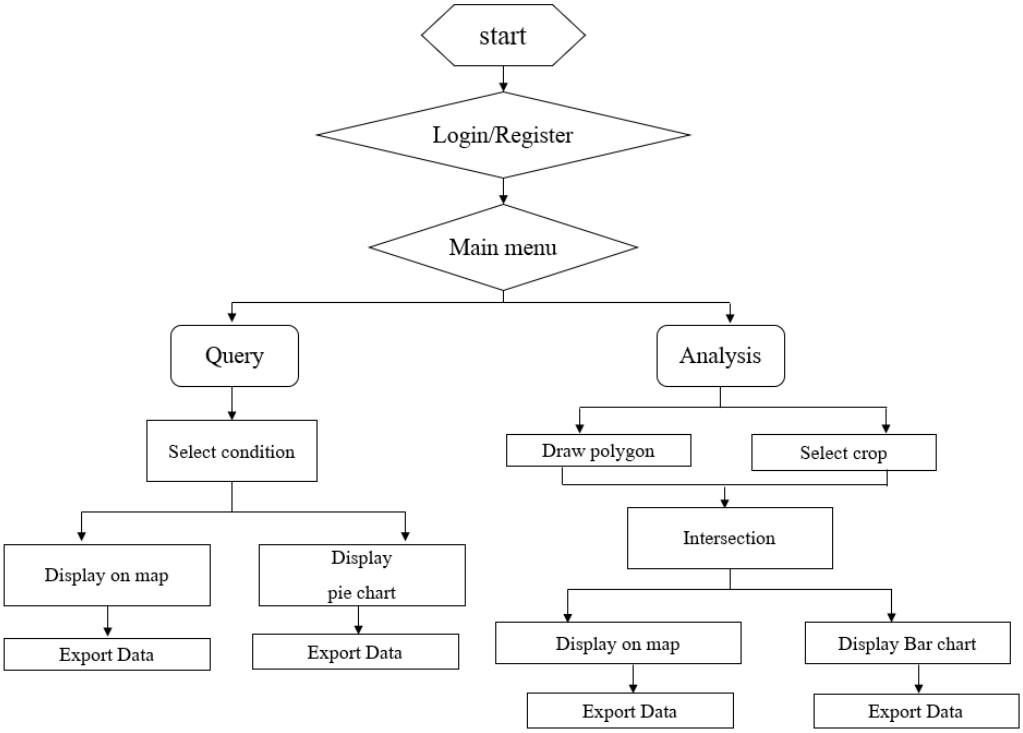
ส่วนที่ 4 คือ ส่วนฐานข้อมูล (database server) เป็นส่วนที่จัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบโดยใช้โปรแกรม PostgreSQL ในการติดต่อและเข้าถึงฐานข้อมูลที่จัดเก็บในระบบ และจะใช้ภาษา Structured Query Language (SQL) ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล



ภาพประกอบ 17 สถาปัตยกรรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

5.3 โครงสร้างการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ

โครงสร้างการทำงานของระบบ จะมีส่วนการสมัครและเข้าใช้งานระบบ จากนั้นจะเข้าสู่หน้าหลักประกอบด้วย 2 ระบบ ได้แก่ ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ดังภาพประกอบ 18

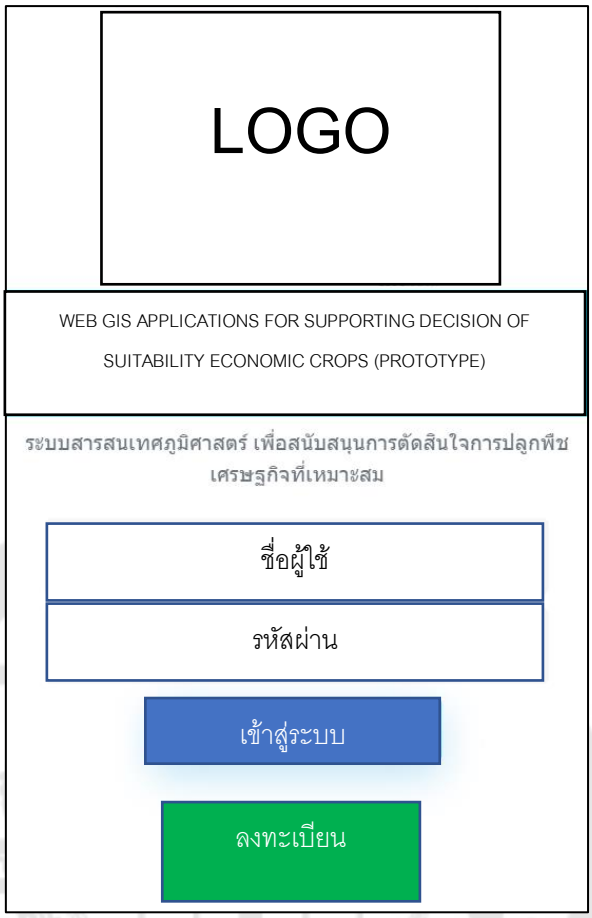


ภาพประกอบ 18 โครงสร้างการทำงานของระบบ

5.4 **การออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้** (Graphic user interface: GUI)

การออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ของแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม ได้ออกแบบโครงสร้างหน้าเว็บให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่าย และเลือกใช้ฟังก์ชันต่างๆ ได้โดยสะดวก ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

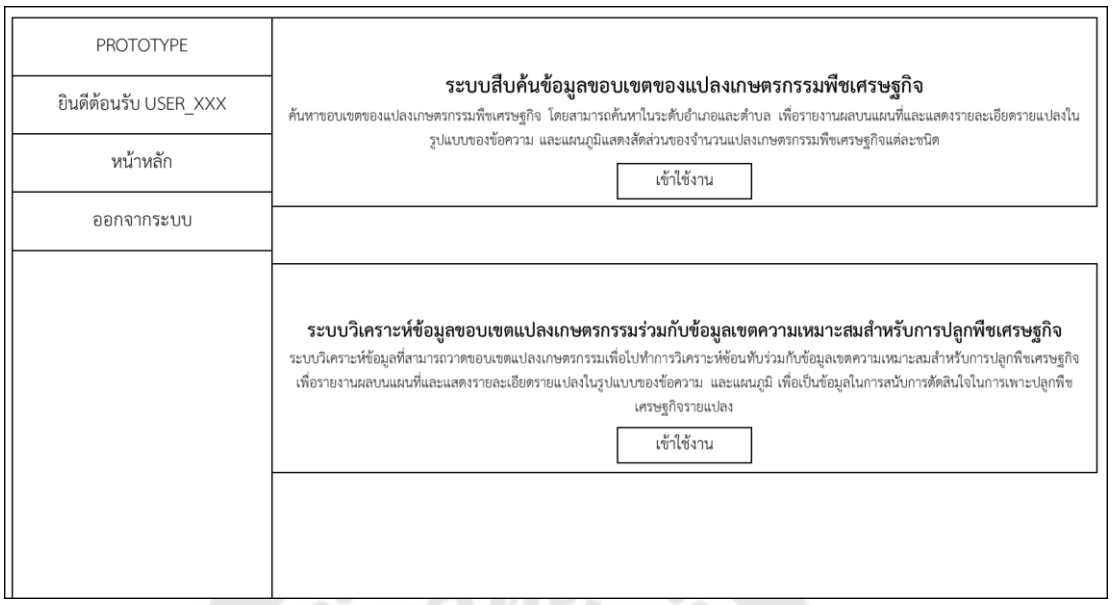
1. ส่วนแรกของระบบเป็นส่วนเข้าสู่ระบบ (Login) และสมัครเข้าใช้งาน (Register) ออกแบบโครงสร้างหน้าเว็บให้มีการ Login เพื่อเข้าใช้งานระบบโดยผู้ใช้งานสามารถสมัครเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบผ่านหน้าจอหลักของระบบได้ ดังภาพประกอบที่ 19 และ 20



ภาพประกอบ 19 ลักษณะโครงสร้างส่วนเข้าสู่ระบบ (Login)

ภาพประกอบ 20 ลักษณะโครงสร้างส่วนสมัครเข้าใช้งาน (Register)

2. ส่วนหน้าจอหลัก (Main page) เป็นหน้าเว็บเพจที่แสดงเมนูฟังก์ชันหลักของเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบคือ ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 ลักษณะโครงสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบส่วนหน้าจอหลัก (Main page)

3. ส่วนหน้าจอระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ในระบบสืบค้นข้อมูลผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจได้ โดยการเลือกสืบค้นในระดับตำบลและอำเภอตามเงื่อนไขที่ต้องการสืบค้น และสามารถคลิกดูข้อมูลเชิงคุณลักษณะได้ รวมทั้งเปิดปิดชั้นข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจซ้อนทับ และชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ เพื่อดูภาพรวมความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ และยังแสดงข้อมูลเชิงสถิติในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนแปลงเกษตรกรรมในพื้นที่ พร้อมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Value (CSV) ออกไปใช้งานได้ จากภาพประกอบ 22 แสดงให้เห็นองค์ประกอบบนหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบฯของระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ประกอบด้วย 7 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนที่แสดงชื่อเรื่องระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ (พื้นที่จังหวัดตรัง) อยู่ด้านบนสุดของหน้าระบบ

2) ส่วนที่แสดงเครื่องมือจัดการแผนที่ ได้แก่ เครื่องมือย่อ-ขยายแผนที่ (zoom in - zoom out) อยู่ด้านซ้ายบนของแผนที่

3) ส่วนแผนที่อยู่ตรงกลางของหน้าเว็บ คือ ส่วนที่แสดงข้อมูลแผนที่ และผลลัพธ์จากฟังก์ชัน

4) ส่วนแสดงรายการชั้นข้อมูลแผนที่ซึ่งอยู่ด้านขวาบนของแผนที่ แบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

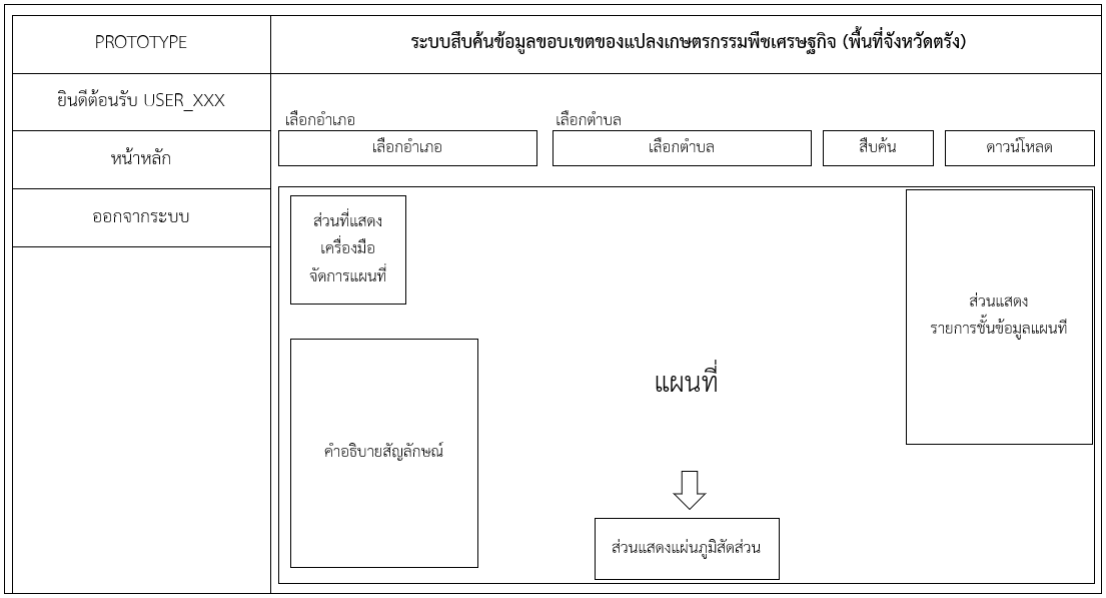
4.1) ข้อมูลแผนที่ฐาน (base map) ได้ออกแบบให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บแสดงแผนที่ฐาน 3 รูปแบบ ประกอบด้วย แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม Google satellite แผนที่ Google road และแผนที่ถนน Open Street MAP โดยผู้ใช้งานยังสามารถเลือกได้ว่าจะให้แสดงข้อมูลแผนที่ฐานประเภทใด

4.2) ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้กำหนดให้มีการแสดงชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้านการเกษตร โดยจัดทำในรูปแบบ Web Map Service (WMS) ผ่านโปรแกรม GeoServer ได้แก่ ชั้นข้อมูลเขตจังหวัด ชั้นข้อมูลเขตอำเภอ ชั้นข้อมูลเขตตำบล ข้อมูลแหล่งน้ำ ชั้นข้อมูลพื้นที่ชลประทาน ข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยผู้ใช้สามารถเลือกเปิดปิดชั้นข้อมูลได้ตามความต้องการในการแสดงผล

5) ส่วนแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ซึ่งอยู่บริเวณมุมขวาล่างของแผนที่ ซึ่งได้กำหนดให้มีการแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ตามมาตรฐานของข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ

6) ส่วนกำหนดเงื่อนไขของการแสดงผลข้อมูล จะอยู่บริเวณด้านบนของหน้าระบบ เป็นส่วนที่เอาไว้กำหนดเงื่อนไขการสืบค้น เช่น การเลือกอำเภอ ตำบล และดาวน์โหลดข้อมูล

7) ส่วนแสดงผลข้อมูลเชิงสถิติ จะอยู่บริเวณด้านล่างของหน้าระบบ เป็นการแสดงข้อมูลเชิงสถิติในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนแปลงเกษตรกรรมในพื้นที่เมื่อทำการกำหนดเงื่อนไขของการแสดงผลข้อมูล



ภาพประกอบ 22 ลักษณะโครงสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบส่วนหน้าจอระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

4. ส่วนหน้าจอระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ในระบบวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถระบุพิกัดภูมิศาสตร์เพื่อทำการแสดงผลไปยังพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นใช้เครื่องมือวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมบนแผนออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นทำการเลือกชนิดพืชที่จะทำการวิเคราะห์ พร้อมทั้งระบุชนิดของพืชเศรษฐกิจที่ต้องการทราบความเหมาะสมในการเพาะปลูก จากนั้นระบบจะทำการส่งข้อมูลแปลงเกษตรกรรมไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจนั้น และแสดงผลลัพธ์เป็นพื้นที่ระดับความเหมาะสมบนแผนที่ รวมทั้งแผนภูมิสัดส่วนพื้นที่ในแต่ระดับความเหมาะสมพร้อมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ CSV ออกไปใช้งานได้ สามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้ จากภาพประกอบ 23 แสดงให้เห็นองค์ประกอบบนหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบฯ ของระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ประกอบด้วย 7 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนที่แสดงชื่อเรื่องระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ อยู่ด้านบนสุดของระบบ

2) ส่วนที่แสดงเครื่องมือจัดการแผนที่ ได้แก่ เครื่องมือย่อ-ขยายแผนที่ (zoom in - zoom out) และเครื่องมือวาดแปลงเกษตรกรรมอยู่ด้านซ้ายบนของแผนที่

3) ส่วนแผนที่อยู่ตรงกลางของหน้าระบบ คือ ส่วนที่แสดงข้อมูลแผนที่ และผลลัพธ์จากฟังก์ชัน

4) ส่วนแสดงรายการชั้นข้อมูลแผนที่ซึ่งอยู่ด้านขวาบนของแผนที่ แบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

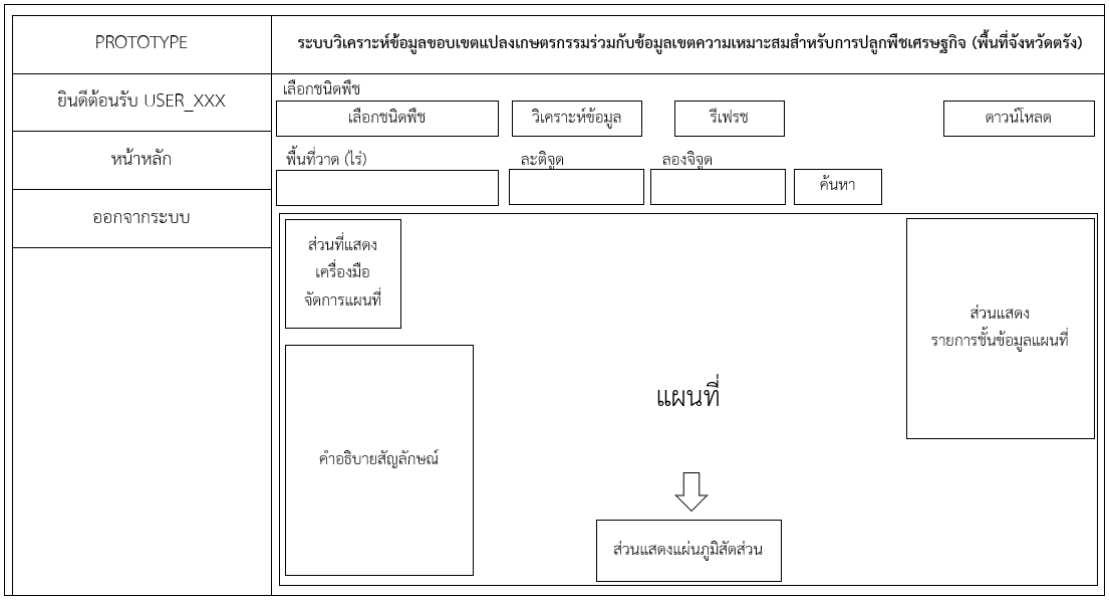
4.1) ข้อมูลแผนที่ฐาน (base map) ได้ออกแบบให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บแสดงแผนที่ฐาน 3 รูปแบบ ประกอบด้วย แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม Google satellite แผนที่ Google road และแผนที่ถนน Open Street MAP โดยผู้ใช้งานยังสามารถเลือกได้ว่าจะให้แสดงข้อมูลแผนที่ฐานประเภทใด

4.2) ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้กำหนดให้มีการแสดงชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้านการเกษตร โดยจัดทำในรูปแบบ Web Map Service (WMS) ผ่านโปรแกรม GeoServer ได้แก่ ชั้นข้อมูลเขตจังหวัด ชั้นข้อมูลเขตอำเภอ ชั้นข้อมูลเขตตำบล ข้อมูลแหล่งน้ำ ชั้นข้อมูลพื้นที่ชลประทาน โดยผู้ใช้สามารถเลือกเปิดปิดชั้นข้อมูลได้ตามความต้องการ

5) ส่วนแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ซึ่งอยู่บริเวณมุมขวาล่างของแผนที่ ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีการแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ตามมาตรฐานของข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ

6) ส่วนกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ข้อมูล จะอยู่บริเวณด้านบนของหน้าระบบ โดยเมื่อผู้ใช้กำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์ และวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมแล้ว ก็ทำการเลือกชนิดของพืชที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อแสดงผลข้อมูลเขตความเหมาะสมรายแปลงบนแผนที่

7) ส่วนแสดงผลข้อมูลเชิงสถิติจะอยู่บริเวณด้านล่างของระบบ เป็นการแสดงข้อมูลเชิงสถิติในรูปแบบของแผนภูมิแท่งแสดงสัดส่วนพื้นที่ความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยเมื่อผู้ใช้วาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมแล้วทำการเลือกชนิดของพืชที่จะทำการวิเคราะห์ ระบบจะแสดงผลข้อมูลเขตความเหมาะสมรายแปลงในลักษณะของแผนภูมิแท่ง



ภาพประกอบ 23 ลักษณะโครงสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบส่วนหน้าจอระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

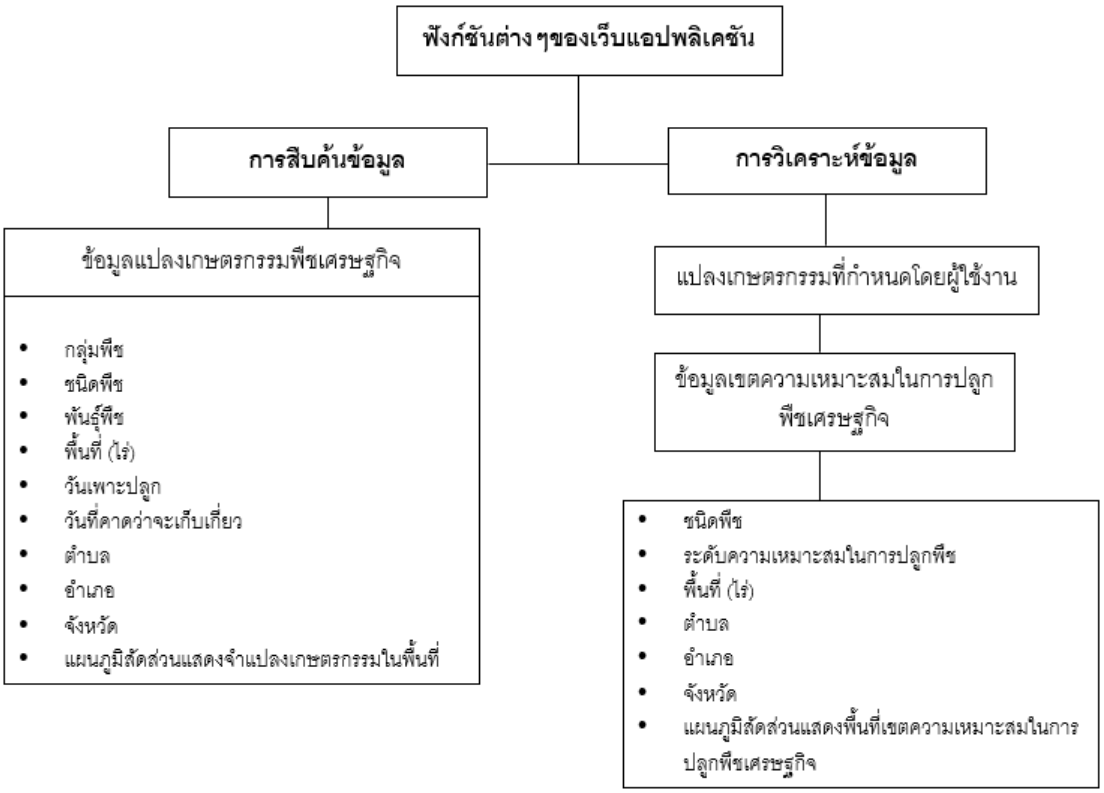
5.5 การออกแบบฟังก์ชันการทำงานของระบบ

จากการรวบรวมข้อมูลทั้งหมด ถูกออกแบบฟังก์ชันการทำงานให้ครอบคลุมตรงตามความต้องการของระบบ ประกอบด้วยฟังก์ชันหลัก ดังภาพประกอบ 24

1. ฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ในพื้นที่จังหวัดตรัง จำนวน 4 ชนิดพืช ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียน เป็นส่วนแสดงผลข้อมูลที่จัดทำเป็นฐานข้อมูลไว้ เพื่อเรียกมาแสดงผลบนแผนที่ และแสดงผลรายละเอียดข้อมูลได้ ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลได้ในระดับอำเภอ และระดับตำบล โดยมีการแสดงผลที่ตั้งขอบแปลงเกษตรกรรมที่ผู้ใช้งานกำหนดบนแผนที่ทั้งในระดับอำเภอ และระดับตำบล สามารถเรียกดูรายละเอียดของข้อมูลได้ และยังสามารถแสดงข้อมูลเชิงสถิติในลักษณะแผนภูมิสัดส่วนเพื่อดูแนวโน้มการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจได้ รวมทั้งสามารถดาวน์โหลดข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมที่สืบค้นได้

2. ฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ เพื่อรายงานผลบนแผนที่ออนไลน์ และแสดงรายละเอียดที่ถูกวิเคราะห์รายแปลงในรูปแบบของข้อความ โดยผู้ใช้งานสามารถระบุพิกัดภูมิศาสตร์เพื่อเป็นจุดชี้นำและแสดงผลไปยังพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช

เศรษฐกิจ จำนวน 4 ชนิดพืช ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียน การใช้เครื่องมือวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมบนแผนที่ออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน การแสดงข้อมูลเชิงสถิติในลักษณะแผนภูมิแท่งสัดส่วนเพื่อดูความเหมาะสมในการการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจรายแปลงได้ เพื่อเป็นข้อมูลในการสนับสนุนการตัดสินใจในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ



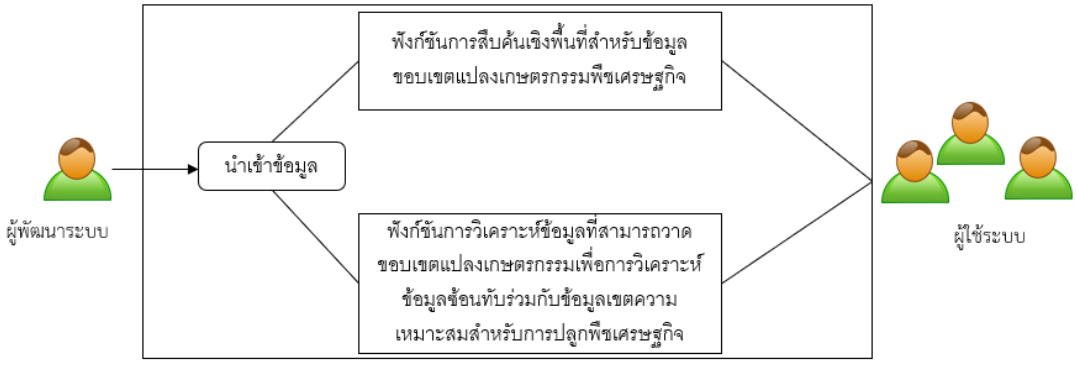
ภาพประกอบ 24 ฟังก์ชันหลักของเว็บแอปพลิเคชัน

จากการออกแบบฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม พบว่า มีผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ 2 กลุ่ม ดังแสดงในภาพประกอบ 25 มีรายละเอียด ดังนี้

1) ผู้ดูแลระบบ ได้แก่ ผู้พัฒนาและควบคุมดูแลระบบ สามารถจัดการข้อมูลต่าง ๆ และมีหน้าที่นำเข้าข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้าสู่ระบบ โดยที่ผู้ดูแลระบบจะทำการนำเข้าข้อมูลที่ถูกต้อง และทันสมัยเข้าสู่โปรแกรม PostgreSQL เพื่อให้ระบบดึงข้อมูลล่าสุดไปใช้แสดงผล

2) ผู้ใช้ระบบ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร เกษตรกรและผู้ใช้งานทั่วไป เป็นผู้ที่เข้ามาใช้งานระบบ ซึ่งมีฟังก์ชันให้เลือกใช้งาน ได้แก่ การสืบค้นข้อมูลขอบเขตของ

แปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และการวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ



ภาพประกอบ 25 ผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ

6. การออกแบบฐานข้อมูล

การจัดทำฐานข้อมูลที่ใช้แสดงผลในเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ มีการออกแบบฐานข้อมูลที่ในรูปแบบของตาราง โดยฐานข้อมูลใช้โปรแกรมจัดเก็บข้อมูล PostgreSQL ที่มีฟังก์ชัน PostGIS ซึ่งมีความสามารถในการทำงานกับข้อมูลเชิงพื้นที่ และใช้โปรแกรม PgAdmin สำหรับการจัดการฐานข้อมูล ในการจัดทำฐานข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ และชั้นข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นการออกแบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงานจำนวน 7 ชั้นข้อมูล ตามรายการข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งแต่ละชั้นข้อมูลจะมีรายละเอียดข้อมูล ดังตาราง 3

ตาราง 3 รายละเอียดชั้นข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ลำดับ	ชื่อชั้นข้อมูล (ไทย)	ชื่อชั้นข้อมูล (อังกฤษ)	ประเภทของข้อมูล	ลักษณะของข้อมูล
1	ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรม	parcel	vector	Polygon
2	ข้อมูลเขตความเหมาะสมในการปลูกพืช	zoning	vector	Polygon
3	ขอบเขตการปกครอง	subdistrict	vector	Polygon
4	ข้อมูลแหล่งน้ำ	hydro	vector	Polygon
5	ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน	irr_4326	vector	Polygon
6	ข้อมูลผู้ใช้งานระบบ	mf_user	String	text
7	ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมวิเคราะห์กับเขตความเหมาะสมพืชเศรษฐกิจ	User_Draw polygon	vector	Polygon

จากข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบทั้ง 7 ชั้นข้อมูล นำมาสร้างเป็นตารางฐานข้อมูลได้ 7 ตาราง ดังนี้

1. ตารางข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรม เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรม โดยนำเข้าข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ จำนวน 4 ชนิดพืช ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียน ในพื้นที่จังหวัดตรัง ในรูปแบบ shapefile ของกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยนำมาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ดังตาราง 4

ตาราง 4 โครงสร้างตารางข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรม

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	คุณสมบัติของข้อมูล	คำอธิบายข้อมูล
ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรม (parcel)	id	Integer	คีย์หลัก
	geometry	geometry	ข้อมูลเชิงพื้นที่
	Type_name	Text 150	กลุ่มพืช
	Detail_name	Text 150	ชนิดพืช
	Breed_name	Text 150	พันธุ์พืช
	Plant_date	datetime	วันเพาะปลูก
	Plant_date	datetime	วันที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยว
	tum_code	Text 6	รหัสตำบล

2. ตารางข้อมูลเขตความเหมาะสมในการปลูกพืช (Zoning) เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลเขตความเหมาะสมในการปลูกพืช โดยนำเข้าข้อมูลเขตความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ จำนวน 4 ชนิดพืช ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มะพร้าว และทุเรียน ในพื้นที่จังหวัดตรัง ในรูปแบบ shapefile ของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และนำมาใช้เป็นข้อมูลแสดงพื้นที่ความเหมาะสมเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจ ดังตาราง 5

ตาราง 5 โครงสร้างตารางข้อมูลเขตความเหมาะสมในการปลูกพืช

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	คุณสมบัติของข้อมูล	คำอธิบายข้อมูล
ข้อมูลเขตความเหมาะสมในการปลูกพืช (Zoning)	id	Integer	คีย์หลัก
	geometry	geometry	ข้อมูลเชิงพื้นที่
	suit	Text 2	ระดับความเหมาะสม
	suit_name	Text 150	คำอธิบายระดับความเหมาะสมในการปลูกพืช
	type_name	Text 150	ชนิดพืช
	tum_code	Text 6	รหัสตำบล

3. ตารางข้อมูลขอบเขตการปกครอง เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่เขตการปกครองของจังหวัดตรัง ได้แก่ จังหวัด อำเภอ และตำบล ในรูปแบบ shapefile ของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์โดยนำมาใช้ในการเลือกพื้นที่ในการสืบค้นข้อมูล และจัดทำเป็นรูปแบบ Web Map Service (WMS) ผ่านโปรแกรม GeoServer เพื่อแสดงผลผ่านแผนที่ในระบบ ดังตาราง 6

ตาราง 6 โครงสร้างตารางข้อมูลขอบเขตการปกครองจังหวัดตรัง

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	คุณสมบัติของข้อมูล	คำอธิบายข้อมูล
ตารางข้อมูลขอบเขตการปกครอง (subdistrict)	id	Integer	คีย์หลัก
	geometry	geometry	ข้อมูลเชิงพื้นที่
	prov_name	Text 150	ชื่อจังหวัด
	Prov_code	Text 2	รหัสจังหวัด
	amphoe_name	Text 150	ชื่ออำเภอ
	amphoe_code	Text 4	รหัสอำเภอ
	tum_name	Text 150	ชื่อตำบล
	tum_code	Text 6	รหัสตำบล

4. ตารางข้อมูลเขตชลประทาน เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลเขตชลประทานในพื้นที่ของจังหวัดตรัง ในรูปแบบ shapefile ของกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยจะนำมาจัดทำเป็นรูปแบบ Web Map Service (WMS) ผ่านโปรแกรม GeoServer เพื่อแสดงผลผ่านแผนที่ในระบบ ดังตาราง 7

ตาราง 7 โครงสร้างตารางข้อมูลเขตชลประทานในพื้นที่ของจังหวัดตรัง

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	คุณสมบัติของข้อมูล	คำอธิบายข้อมูล
ตารางข้อมูลเขตชลประทาน (irr_4326)	id	Integer	คีย์หลัก
	geometry	geometry	ข้อมูลเชิงพื้นที่
	Prj_name	Text 150	ชื่อโครงการ
	Prj_code	Text 6	รหัสโครงการ

5. ตารางข้อมูลแหล่งน้ำเป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลแหล่งน้ำในพื้นที่ของจังหวัดตรัง ในรูปแบบ shapefile ของกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยจะนำมาจัดทำเป็นรูปแบบ Web Map Service (WMS) ผ่านโปรแกรม GeoServer เพื่อแสดงผลผ่านแผนที่ในระบบ ดังตาราง 8

ตาราง 8 โครงสร้างตารางข้อมูลแหล่งน้ำในพื้นที่ของจังหวัดตรัง

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	คุณสมบัติของข้อมูล	คำอธิบายข้อมูล
ตารางข้อมูลแหล่งน้ำ (Hydro)	id	Integer	คีย์หลัก
	geometry	geometry	ข้อมูลเชิงพื้นที่
	hydro_name	Text 150	ชื่อแหล่งน้ำ

6. ตารางข้อมูลแปลงเกษตรกรรมวิเคราะห์กับเขตความเหมาะสมพืชเศรษฐกิจ เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลแปลงเกษตรกรรม ที่ผู้ใช้งานระบบนำเข้าหรือวาดเข้ามาผ่านแผนที่ออนไลน์ แล้วส่งข้อมูลไปวิเคราะห์กับเขตความเหมาะสมการปลูกพืช เพื่อแสดงผลผ่านแผนที่ในระบบ ดังตาราง 9

ตาราง 9 โครงสร้างตารางข้อมูลแปลงเกษตรกรรมวิเคราะห์กับเขตความเหมาะสมพืชเศรษฐกิจ

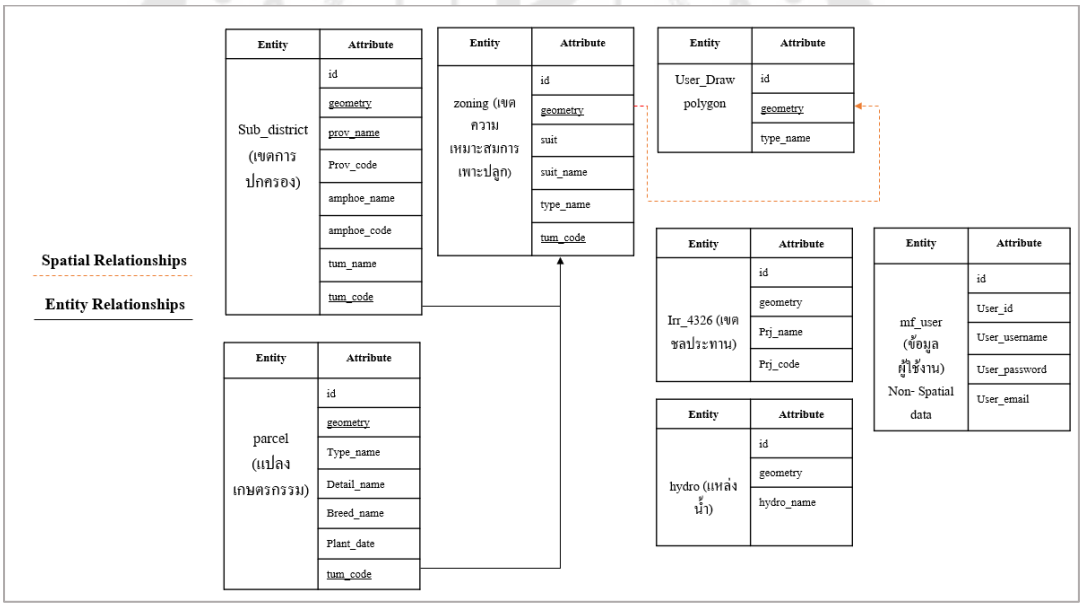
ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	คุณสมบัติของข้อมูล	คำอธิบายข้อมูล
ตารางข้อมูลแปลงเกษตรกรรมวิเคราะห์กับเขตความเหมาะสม (User_Draw polygon)	id	Integer	คีย์หลัก
	geometry	geometry	ข้อมูลเชิงพื้นที่
	type_name	Text 150	ชนิดพืช

7. ตารางข้อมูลผู้ใช้งาน เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบที่สมัครเข้ามาเพื่อใช้งานระบบ ได้แก่ ชื่อผู้ใช้งาน รหัสผ่าน และอีเมลล์ ดังตาราง 10

ตาราง 10 ตารางข้อมูลผู้ใช้งาน

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	คุณสมบัติของข้อมูล	คำอธิบายข้อมูล
ตารางข้อมูลผู้ใช้งาน (mf_user)	id	Integer	คีย์หลัก
	User_id	geometry	รหัสผู้ใช้งาน
	User_username	Text 10	ชื่อผู้ใช้งาน
	User_password	Text 10	รหัสผ่าน
	User_email	Text 20	อีเมลล์

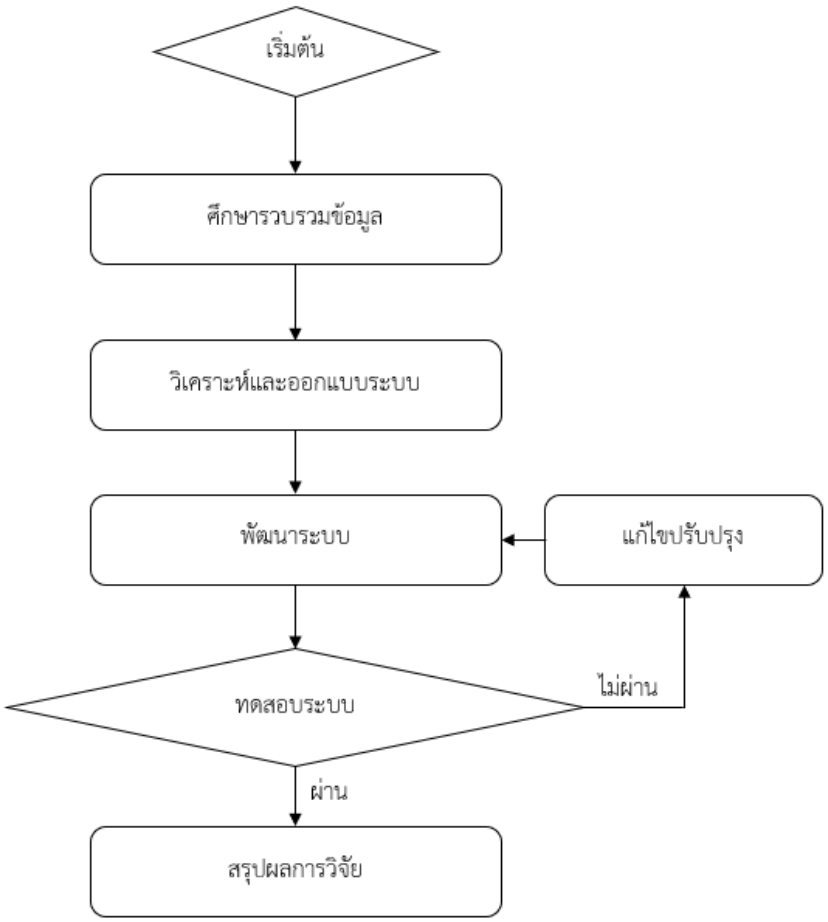
ในการออกแบบตารางฐานข้อมูล ได้มีการกำหนดคุณสมบัติของแต่ละตาราง และมีการกำหนดความสัมพันธ์ของตารางในฐานข้อมูลตามรายการข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย เพื่อแสดงผลในรูปแบบรายการข้อมูลในรูปแบบตารางคุณลักษณะ (Feature tables) และการแสดงผลบนแผนที่ ซึ่งจะถูกเก็บไว้ในฟิลด์ Geometry โดยจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล PostgreSQL ประกอบด้วยข้อมูล 2 รูปแบบ คือข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) โดยฐานข้อมูลได้รับการออกแบบเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database) โดยออกแบบให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบของข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ข้อมูลแปลงเกษตรกรรม ข้อมูลเขตความเหมาะการเพาะปลูกพืช เป็นต้น และข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non- Spatial data) ได้แก่ ข้อมูลผู้สมัครเข้าใช้งานระบบ ส่วนข้อมูลชลประทานและข้อมูลแหล่งน้ำจะเป็นอิสระต่อกันกับชั้นข้อมูลอื่น โดยนำมาสร้างเป็นแบบจำลองความสัมพันธ์ของตารางข้อมูล ทั้งความสัมพันธ์ระหว่างตาราง (Entity Relationships) และความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Relationships) ดังภาพประกอบ 26



ภาพประกอบ 26 แบบจำลองความสัมพันธ์ของข้อมูล

7. สรุป

การพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบ มีความมุ่งหมายหลักเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดตรัง จากการศึกษารวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย วิเคราะห์ความต้องการของระบบ ออกแบบระบบและออกแบบฐานข้อมูล นำมาสู่ขั้นตอนการพัฒนาระบบ และทดสอบระบบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของระบบ โดยเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบมีขั้นตอนการพัฒนาระบบ ดังภาพประกอบ 27



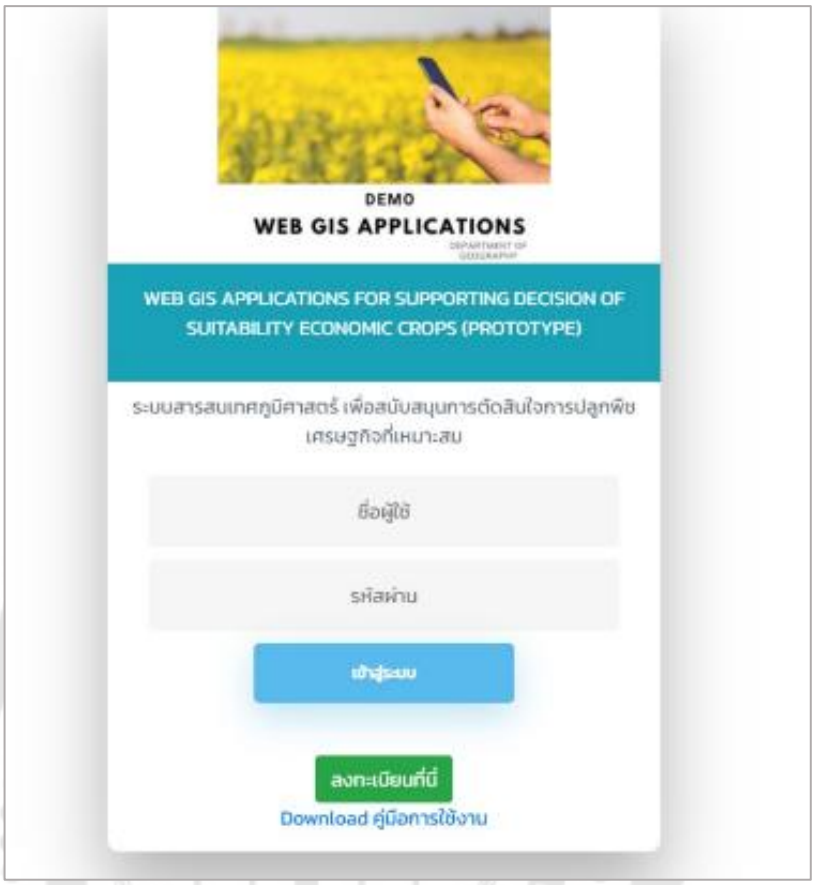
ภาพประกอบ 27 ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

บทที่ 4
ผลการพัฒนาระบบ และผลการทดสอบระบบ

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ความต้องการของระบบ ออกแบบระบบ และออกแบบฐานข้อมูล ขั้นตอนต่อไป คือ การพัฒนาระบบตามที่ได้ออกแบบไว้ ทดสอบระบบเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบ และความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ดังนี้

1. การพัฒนาระบบ

การพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม กรณีศึกษาจังหวัดตรัง ถูกพัฒนาโดยโปรแกรม Visual Studio ใช้เว็บเบราว์เซอร์ ได้แก่ Mozilla Firefox Google Chrome และMicrosoft Edge ในการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันระหว่างการพัฒนาระบบ โดยการสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic user interface: GUI) ของเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม ที่ได้ออกแบบโครงสร้างหน้าเว็บมาพัฒนาระบบ มีส่วนสมัครเข้าใช้งาน (Register) และส่วนเข้าสู่ระบบ (Login) เพื่อเข้าใช้งานระบบ จากนั้น จะเข้าสู่ส่วนหน้าจอหลัก (Main page) เป็นหน้าเว็บเพจที่แสดงเมนูฟังก์ชันหลักของเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ คือ ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยในส่วนของการพัฒนาใช้ภาษา HTML และ CSS นอกจากนี้ยังมี Libraries ที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ Bootstrap Front-end Framework สำหรับการวางโครงสร้างหน้าเว็บให้ความมีสวยงาม ดังภาพประกอบ 28 ถึง 33



ภาพประกอบ 28 ส่วนเข้าสู่ระบบ (Login)

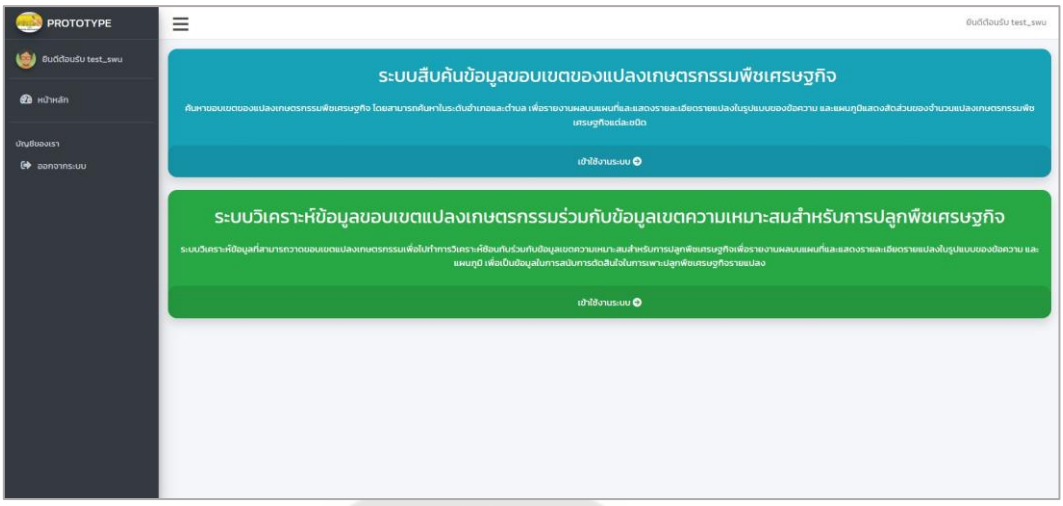
```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <title>ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม</title>
    <link rel="shortcut icon" href="#">
  <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport"
    content="width=device-width, initial-scale=1">
    <link rel="stylesheet" href="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.4.1/css/bootstrap.min.css"
    integrity="sha384-Vkoo8x4CGsO3+Hhxv8T/Q5PaXtkKtu6ug5TOeNV6gBiFeWPGFN9MuhOf23Q9Ifjh" crossorigin="anonymous">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Kanit&display=swap" rel="stylesheet">

    <link rel="stylesheet"  type="text/css" href="/views/css/style_login.css">
  </head>
  <body>
    <h1></h1>
    <ul>
      <% if (typeof errors != 'undefined') { %>
        <% errors.forEach(error => { %>
        <div class="alert alert-danger" role="alert">
      <li><%= error.message %></li> </div>
      <% }) %> <% } %>
    </ul>
    <ul>
      <% if(messages.success_msg) { %>
      <div class="alert alert-success" role="alert">
      <li><%= messages.success_msg %></li> </div>
      <% } %>
    </ul>
    <ul>
      <% if (messages.error) { %>
      <div class="alert alert-danger" role="alert">
      <li><%= messages.error %></li> </div>
      <% } %>
    </ul>
    <form action="/users/login" method="POST">
    <div class="wrapper fadeInDown">
      <div id="formContent">

        <div class="fadeIn first">
          <img src="/views/images/5.jpg" id="icon" alt="User Icon" style="margin-top:1em;" />
          <div class="login50-form-title" style="background-image: url(/views/images/5.jpg);"></div>
        </div>
        <div class="fadeIn first">
          <div class="p-3 mb-2 bg-info text-white"><p>WEB GIS APPLICATIONS FOR SUPPORTING DECISION OF SUITABILITY ECONOMIC CROPS (PROTOTYPE)</p></div>
        </div>
        <p class="text-secondary">ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม</p>
        <form>
          <input type="text" id="user_username" class="fadeIn second" name="user_username" placeholder="ชื่อผู้ใช้" required>
          <input type="password" id="user_password" class="fadeIn third" name="password" placeholder="รหัสผ่าน" required>
          <input type="submit" class="fadeIn fourth" style="font-weight: bold" value="เข้าสู่ระบบ" >
        </form>
      <div>
        <a class="btn btn-success" href="/users/register" style="margin-top:0.2em;" role="button">ลงทะเบียนที่นี่</a>
      </div>
      </div>
    </div>
   </form>
  </body>
  <script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.4.1/jquery.min.js"></script>
  <script src="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.4.1/js/bootstrap.min.js"
  integrity="sha384-wfSDF2E50Y2D1uUdj0O3uMBJnjuUD4Ih7YwaYd1iqfktj0Uod8GCExl3Og8ifwB6" crossorigin="anonymous"></script>
 <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/sweetalert2@11"></script>
</html>
```

ภาพประกอบ 29 การสร้างฟอร์มด้วยคำสั่งภาษา HTML ในการแสดงส่วนเข้าสู่ระบบ (Login)

ภาพประกอบ 30 ส่วนสมัครเข้าใช้งานระบบ (Register)

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <title>ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม</title>
    <link rel="shortcut icon" href="#">
  <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport"
    content="width=device-width, initial-scale=1">
    <link rel="stylesheet" href="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.4.1/css/bootstrap.min.css"
    integrity="sha384-Vkoo8x4CGsO3+Hhxv8T/Q5PaXtkKtu6ug5TOeNV6gBiFeWPGFN9MuhOF23Q9Ifjh" crossorigin="anonymous">

    <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Kanit&display=swap" rel="stylesheet">

     <link rel="stylesheet" type="text/css" href="/views/css/style_login.css">
  </head>
  <body>
    <ul>
      <% if (typeof errors != 'undefined') { %> <% errors.forEach(error => { %>
        <div class="alert alert-danger" role="alert">
      <li><p><%= error.message %></p></li> </div>
      <% }) %> <% } %>
    </ul>
    <form action="/users/register" method="POST">
    <div class="wrapper fadeInDown">
      <div id="formContent">
          <div class="fadeIn first">
              <div class="p-3 mb-2 bg-info text-white"><p>WEB GIS APPLICATIONS FOR SUPPORTING DECISION OF SUITABILITY ECONOMIC CROPS (PROTOTYPE)</p></div>
          </div>
          <p class="text-secondary">ลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม</p>
      <div>
        <input type="text" id="user_username" name="user_username" placeholder="ชื่อผู้ใช้ (Username)" required />
      </div>
      <div>
        <input type="text" id="email" name="email" placeholder="อีเมล (Email)" required />
      </div>
      <div>
        <input type="password" id="password" name="password"placeholder="รหัสผ่าน (Password)" required />
      </div>
      <div>
        <input type="password" id="password2" name="password2" placeholder="ยืนยันรหัสผ่าน (Confirm Password)" required />
      </div>
      <div class="col">
        <button  id="buttonregister" type="submit"
        class="btn btn-primary btn-lg btn-block"
        style="background-color: green;">
          <b style="font-weight: bold">ลงทะเบียน</b>
        </button>
      </div>
      <a href="/users/login">ลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว? เข้าสู่ระบบที่นี่</a>
        </div>
    </div>
    </form>
  </body>
  <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/popper.js@1.16.0/dist/umd/popper.min.js"
  integrity="sha384-Q6E9RHvbIyZFJoft+2mJbHaEWldlvI9IOYy5n3zV9zzTtmI3UksdQRVvoxMfooAo" crossorigin="anonymous"></script>
  <script src="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.4.1/js/bootstrap.min.js"
  integrity="sha384-wfSDF2E50Y2D1uUdj0O3uMBJnjuUD4Ih7YwaYd1iqfktj0Uod8GCExl3Og8ifwB6" crossorigin="anonymous"></script>
  <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/popper.js@1.16.0/dist/umd/popper.min.js"
  integrity="sha384-Q6E9RHvbIyZFJoft+2mJbHaEWldlvI9IOYy5n3zV9zzTtmI3UksdQRVvoxMfooAo" crossorigin="anonymous">
</script>
  <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/sweetalert2@11"></script>
</html>
```

ภาพประกอบ 31 การสร้างฟอร์มด้วยคำสั่งภาษา HTML ในการแสดงส่วนสมัครเข้าใช้งานระบบ (Register)



ภาพประกอบ 32 ส่วนหน้าจอหลัก (Main page)

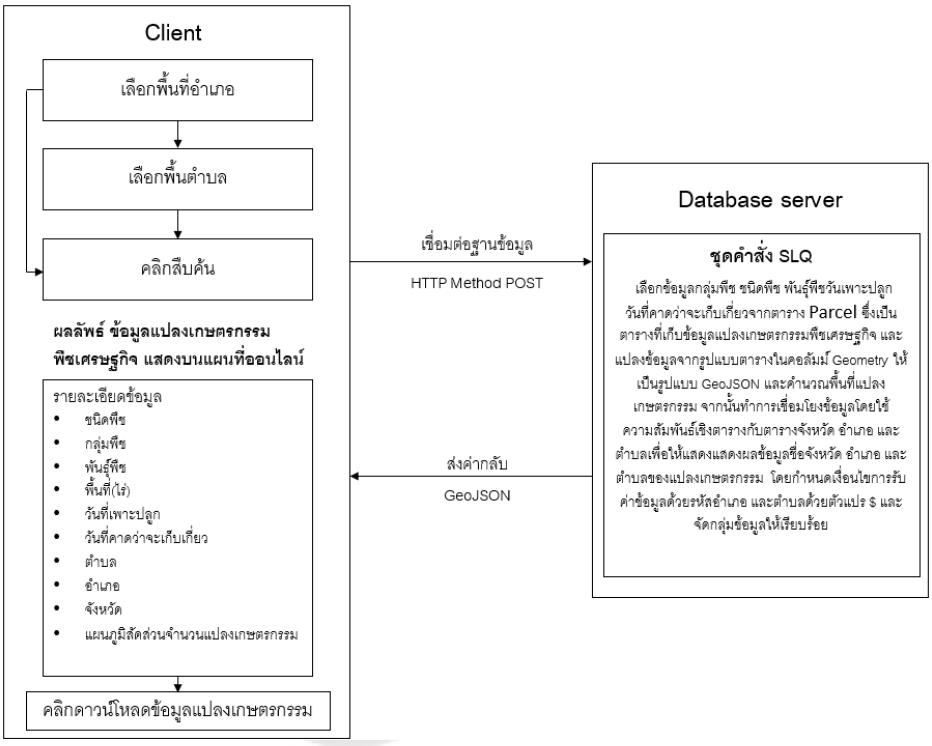
```
<!-- Main -->
    <div class="content-wrapper pt-3">
        <!-- Main content -->
        <div class="content">
            <div class="container-fluid">
                <div class="row">
                    <div class="col-lg-12 col-12">
                        <div class="small-box bg-info shadow">
                            <div class="inner text-center">
                                <h1 class="py-3"> ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ  </h1>
                                <p>ค้นหาขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ โดยสามารถค้นหาในระดับอำเภอและตำบล
                                    เพื่อรายงานผลบนแผนที่และแสดงรายละเอียดรายแปลงในรูปแบบของข้อความ
                                    และแผนภูมิแสดงสัดส่วนของจำนวนแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิด</p>
                            </div>
                            <a href="/indexthesis_search" class="small-box-footer py-3"> เข้าใช้งานระบบ <i class="fas fa-arrow-circle-right"></i></a>
                        </div>
                    </div>
                </div>
                <div class="row">
                  <div class="col-lg-12 col-12">
                    <div class="small-box bg-success shadow">
                        <div class="inner text-center">
                            <h1 class="py-3">ระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ</h1>
                            <p>ระบบวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมเพื่อไปทำการวิเคราะห์ซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ
                                เพื่อรายงานผลบนแผนที่และแสดงรายละเอียดรายแปลงในรูปแบบของข้อความ
                                และแผนภูมิ เพื่อเป็นข้อมูลในการสนับการตัดสินใจในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจรายแปลง </p>
                        </div>
                        <a href="/indexthesis_parcel_zoning" class="small-box-footer py-3"> เข้าใช้งานระบบ <i class="fas fa-arrow-circle-right"></i></a>
                    </div>
                </div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
</div>
<script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.4.1/jquery.min.js"></script>
<script src="/views/plugins/jquery/jquery.min.js"></script>
<script src="/views/plugins/bootstrap/js/bootstrap.bundle.min.js"></script>
<script src="/views/assets/js/adminlte.min.js"></script>
<script src="https://unpkg.com/leaflet@1.6.0/dist/leaflet.js"></script>
<script src="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.4.1/js/bootstrap.min.js" integrity="sha384-wfSDF2E50Y2D1uUdj0O3uMBJnjuUD4Ih7YwaYd1iqfktj0Uod8GCExl3Og8ifwB6"
crossorigin="anonymous"></script>
</body>
</html>
```

ภาพประกอบ 33 คำสั่งภาษา HTML ในการแสดงส่วนส่วนหน้าจอหลัก (Main page)

1.1 ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

ในระบบสืบค้นข้อมูลผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจได้ โดยการเลือกสืบค้นในระดับตำบลและอำเภอตามเงื่อนไขที่ต้องการสืบค้น และ

สามารถคลิกดูข้อมูลเชิงคุณลักษณะได้ รวมทั้งเปิดปิดชั้นข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจซ้อนทับ และชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ เพื่อดูภาพรวมความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ และยังแสดงข้อมูลเชิงสถิติในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนแปลงเกษตรกรรมในพื้นที่ พร้อมทั้งส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Value (CSV) ออกไปใช้งานได้ โดยในการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจนี้ ได้นำผลการออกแบบโครงสร้างหน้าเว็บที่ได้ออกแบบไว้มาพัฒนาระบบโดยมีการทำงานของฟังก์ชัน ดังภาพประกอบที่ 34



ภาพประกอบ 34 การทำงานของฟังก์ชันสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

ในการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจได้ใช้ Libraries Bootstrap Front-end Framework ในการพัฒนาระบบ สำหรับการวางโครงสร้างหน้าเว็บ (ภาพประกอบ 35) และใช้ Leaflet JavaScript library สำหรับพัฒนาส่วนจัดการแผนที่ และแสดงผลข้อมูลแผนที่ (ภาพประกอบ 36) นอกจากนี้ยังใช้ Highcharts ซึ่งเป็นจาวาสคริปต์ไลบรารี่สำหรับสร้างกราฟบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลในเชิงสถิติได้ ในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนแปลงเกษตรกรรมในพื้นที่(ภาพประกอบ 37)

```
<link rel="stylesheet" href="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.4.1/css/bootstrap.min.css"
integrity="sha384-Vkoo8x4CGsO3+Hhxv8T/Q5PaXtkKtu6ug5TOeNV6gBiFeWPGFN9MuhOf23Q9Ifjh"
crossorigin="anonymous">
<script src="/views/plugins/bootstrap/js/bootstrap.bundle.min.js"></script>
```

ภาพประกอบ 35 การเรียกใช้งาน Bootstrap Front-end Framework

```
<link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet@1.7.1/dist/leaflet.css" />
<script src="https://unpkg.com/leaflet@1.7.1/dist/leaflet.js"></script>
```

ภาพประกอบ 36 การเรียกใช้งาน Leaflet JavaScript library

```
<script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/modules/export-data.js"></script>
```

ภาพประกอบ 37 การเรียกใช้งาน Highcharts JavaScript library

โดยส่วนต่างๆ ของหน้าเว็บระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจประกอบด้วย

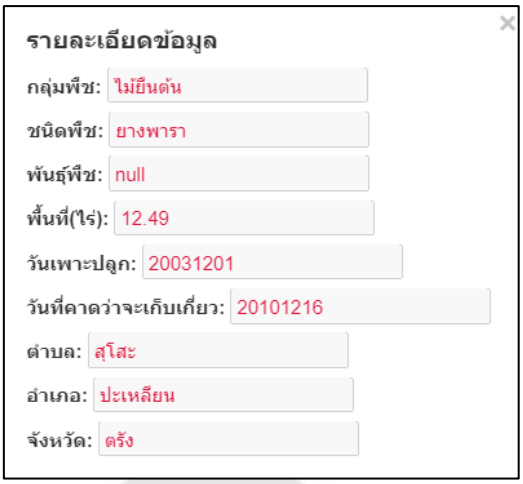
1.1.1 ส่วนที่แสดงชื่อเรื่องระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ (พื้นที่จังหวัดตรัง) ตำแหน่งบนสุดของหน้าระบบ

1.1.2 ส่วนที่แสดงเครื่องมือจัดการแผนที่ ได้แก่ เครื่องมือย่อ-ขยายแผนที่ (zoom in - zoom out) ตำแหน่งซ้ายบนของแผนที่ การพัฒนาส่วนเครื่องมือจัดการแผนที่ อาศัยความสามารถของ Leaflet JavaScript library เพื่อสร้างเครื่องมือจัดการแผนที่ ผู้ใช้งานสามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรก คือ การใช้เม้าส์ (mouse) สำหรับการ ย่อ – ขยายแผนที่ โดยดับเบิลคลิกที่หน้าแผนที่ หรือใช้ปุ่มกลางของเม้าส์ในการควบคุม และการเลื่อนแผนที่ทำได้โดยคลิกเม้าส์ค้างไว้ที่หน้าแผนที่ แล้วเลื่อนไปยังบริเวณที่ต้องการ

1.1.3 ส่วนแผนที่อยู่ตำแหน่งกลางของหน้าเว็บ คือ ส่วนที่แสดงข้อมูลแผนที่ และผลลัพธ์จากฟังก์ชัน โดยผลลัพธ์จากฟังก์ชันนี้คือการแสดงจำนวนแปลงเกษตรกรรมที่ทำการสืบค้นตามเงื่อนไขบนแผนที่ออนไลน์ และยังเรียกดูรายละเอียดของข้อมูล โดยใช้คำสั่งภาษา JavaScript เพื่อเรียกดูข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่กำหนดไว้ ภาพประกอบ 38 และ 39

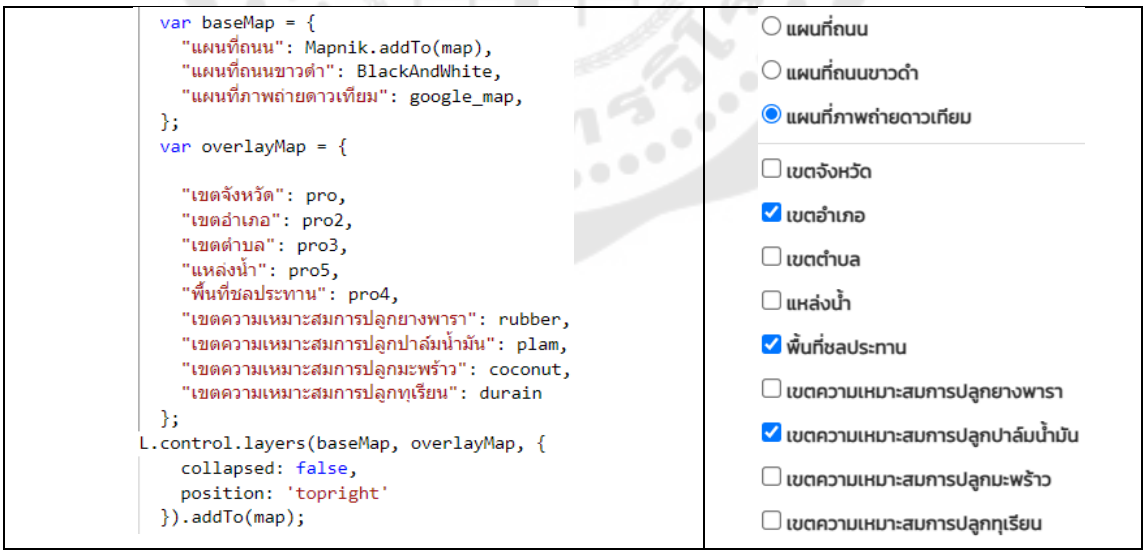
```
//onEachFeature_popup
function onEachFeature(f, l) {
    var popupContent =
      '\
                    <style> \
                  input[type=text] {\
                    color :#DC143C; \
                  }\
                  </style>\
                  <style> \
                  input[type=number] {\
                    color :#DC143C; \
                  }\
                  </style>\
                      <legend><h6 style="font-weight: bold">รายละเอียดข้อมูล</h6></legend>\
                      <form  role="form" class="form-row" enctype="multipart/form-data">\
                      <div class="col">\
                        <label for="exampleInputEmail1">กลุ่มพืช:</label>\
                        <input type="text"  name="type_name" readonly value="' + f.properties.type_name + '" disabled>\
                      </div>\
                      <div class="col">\
                        <label for="exampleInputPassword1">ชนิดพืช:</label>\
                        <input type="text"  name="detail_nam" readonly value="' + f.properties.detail_nam + '" disabled>\
                      </div>\
                      <div class="col">\
                        <label for="exampleInputPassword1">พันธุ์พืช:</label>\
                        <input type="text"  name="breed_name" readonly value="' + f.properties.breed_name + '" disabled>\
                      </div>\
                      <div class="col">\
                        <label for="exampleInputPassword1">พื้นที่(ไร่):</label>\
                        <input type="text"  name="act_rai_or" readonly value="' + f.properties.act_rai_or + '" placeholder="0.00" disabled>\
                      </div>\
                      <div class="col">\
                        <label for="exampleInputPassword1">วันเพาะปลูก:</label>\
                        <input type="text"  name="plant_date" readonly value="' + f.properties.plant_date + '" disabled>\
                      </div>\
                      <div class="col">\
                        <label for="exampleInputPassword1">วันที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยว:</label>\
                        <input type="text"  name="produce_da" readonly value="' + f.properties.produce_da + '" disabled>\
                      </div>\
                      <div class="col">\
                        <label for="exampleInputPassword1">ตำบล:</label>\
                        <input type="text"  name="tam_namt" readonly value="' + f.properties.tam_namt + '" disabled>\
                      </div>\
                      <div class="col">\
                        <label for="exampleInputPassword1">อำเภอ:</label>\
                        <input type="text"  name="amp_namt" readonly value="' + f.properties.amp_namt + '" disabled>\
                      </div>\
                      <div class="col">\
                        <label for="exampleInputPassword1">จังหวัด:</label>\
                        <input type="text"  name="prov_namt" readonly value="' + f.properties.prov_namt + '" disabled>\
                      </div>\
                    </form>'
    l.bindPopup(popupContent);
  }
```

ภาพประกอบ 38 คำสั่งภาษา JavaScript ในการเรียกข้อมูลเชิงคุณลักษณะของข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ



ภาพประกอบ 39 ตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงข้อมูลเชิงคุณลักษณะเมื่อผู้ใช้งานคลิกเลือกที่ข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

1.1.4 ส่วนแสดงรายการชั้นข้อมูลแผนที่ซึ่งอยู่ตำแหน่งขวาบนของแผนที่ แบ่งเป็น 2 ส่วน โดยใช้คำสั่งภาษา JavaScript ผ่าน Leaflet JavaScript library ในการดึงข้อมูลมาแสดงผล ดังภาพประกอบ 40 ประกอบด้วยข้อมูลแผนที่ฐาน (base map) และข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

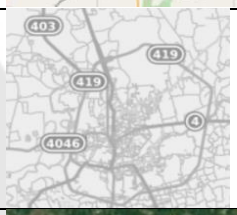


```
var baseMap = {
  "แผนที่ถนน": Mapnik.addTo(map),
  "แผนที่ถนนขาวดำ": BlackAndWhite,
  "แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม": google_map,
};
var overlayMap = {

  "เขตจังหวัด": pro,
  "เขตอำเภอ": pro2,
  "เขตตำบล": pro3,
  "แหล่งน้ำ": pro5,
  "พื้นที่ชลประทาน": pro4,
  "เขตความเหมาะสมการปลูกยางพารา": rubber,
  "เขตความเหมาะสมการปลูกปาล์มน้ำมัน": plam,
  "เขตความเหมาะสมการปลูกมะพร้าว": coconut,
  "เขตความเหมาะสมการปลูกทุเรียน": durain
};
L.control.layers(baseMap, overlayMap, {
  collapsed: false,
  position: 'topright'
}).addTo(map);
```


ภาพประกอบ 40 คำสั่งภาษา JavaScript ในการแสดงรายการชั้นข้อมูลแผนที่ในระบบสืบค้นข้อมูล

1) ข้อมูลแผนที่ฐาน (base map) ได้ออกแบบให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บแสดงแผนที่ฐาน 3 รูปแบบ ประกอบด้วย แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม (Google satellite) แผนที่ถนน(Google road) และแผนที่ถนนขาวดำ (Open Street MAP) โดยผู้ใช้งานยังสามารถเลือกได้ว่าจะให้แสดงข้อมูลแผนที่ฐานประเภทใด แสดงผลโดยการใช้คำสั่ง Application Programming Interface: API เชื่อมต่อกับเว็บไซต์ผู้ให้บริการ เพื่อนำข้อมูลแผนที่ฐานมาแสดงผลบนหน้าเว็บ การแสดงผลจะอยู่ในรูปแบบ radio button ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถเลือกแผนที่ฐานได้เพียงรูปแบบเดียวไม่สามารถเลือกซ้อนทับกันได้ ภาพประกอบ 41

`var Mapnik = L.tileLayer('https://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png', {`
`  maxZoom: 21,`
`});`	

`var BlackAndWhite = L.tileLayer('http://{s}.tiles.wmflabs.org/bw-mapnik/{z}/{x}/{y}.png', {`
`  maxZoom: 21,`
`})`
	

`var google_map = L.tileLayer`
`('https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer/tile/{z}/{y}/{x}',{`
`  maxZoom: 21,`
`});`	

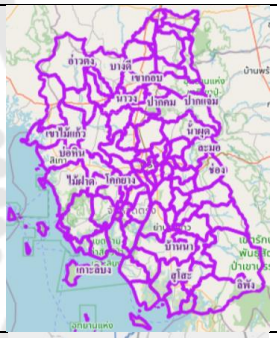
ภาพประกอบ 41 การใช้คำสั่ง Application Programming Interface ในการแสดงข้อมูลแผนที่ฐานแต่ละรูปแบบในระบบสืบค้นข้อมูล

2) ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้กำหนดให้มีการแสดงชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยจัดทำในรูปแบบ Web Map Service (WMS) ด้วยคำสั่งภาษา JavaScript แล้ววางตำแหน่งที่อยู่ของเว็บ (WMS URL) ที่ได้จากการประมวลผลผ่านโปรแกรมแม่ข่ายแผนที่ GeoServer ดังภาพประกอบ 42 โดยกำหนดให้การแสดงผลเป็นแบบ check box ได้แก่ ชั้นข้อมูลเขตจังหวัด ชั้นข้อมูลเขตอำเภอ ชั้นข้อมูลเขตตำบล ข้อมูลแหล่งน้ำ ชั้นข้อมูลพื้นที่ชลประทาน ข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยผู้ใช้สามารถเลือกเปิดปิดชั้นข้อมูลได้ตามความต้องการ

```
var Province = L.tileLayer.wms
("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", {
    layers: 'gisws60:Province',
    format: 'image/png',
    transparent: true,
    attribution: "myattribution"
 });
```

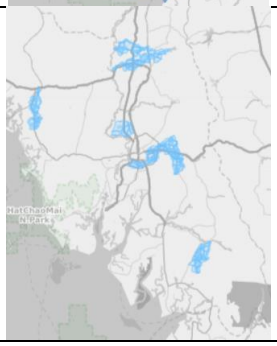
```
var district = L.tileLayer.wms
("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", {
    layers: 'gisws60:district',
    format: 'image/png',
    transparent: true,
    attribution: "myattribution"
 });
```

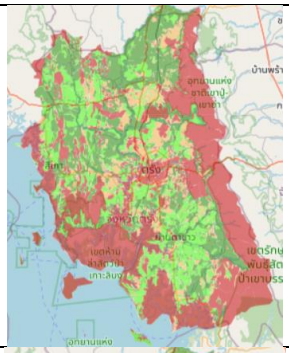
```
var Subdistrict = L.tileLayer.wms
("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", {
  layers: ' gisws60:Subdistrict',
  format: 'image/png',
  transparent: true,
  attribution: "myattribution"
});
```

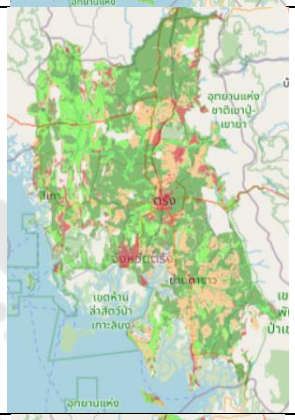


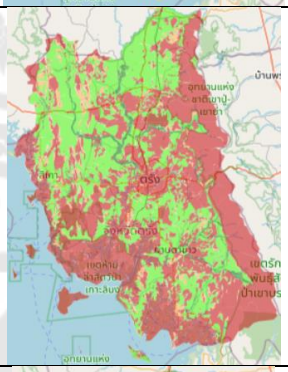
```
var hydro = L.tileLayer.wms
("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", {
  layers: 'gisws60:hydro',
  format: 'image/png',
  transparent: true,
  attribution: "myattribution"
});
```

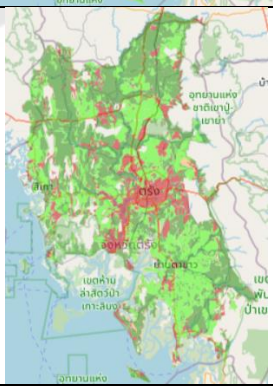
```
var Irr_4326  = L.tileLayer.wms
("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", {
  layers: 'gisws60:Irr_4326 ',
  format: 'image/png',
  transparent: true,
  attribution: "myattribution"
});
```



//เขตความเหมาะสมการปลูกยางพารา
var rubber = L.tileLayer.wms
("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", {
layers: 'gisws60:rubber_thesis',
format: 'image/png',
transparent: true,
attribution: "myattribution"
});
	

//เขตความเหมาะสมการปลูกปาล์มน้ำมัน
var plam = L.tileLayer.wms
("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", {
layers: ' gisws60:plam_thesis',
format: 'image/png',
transparent: true,
attribution: "myattribution"
});
	

//เขตความเหมาะสมการปลูกมะพร้าว
var coconut = L.tileLayer.wms
("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", {
layers: 'gisws60:coconut_thesis',
format: 'image/png',
transparent: true,
attribution: "myattribution"
});
	

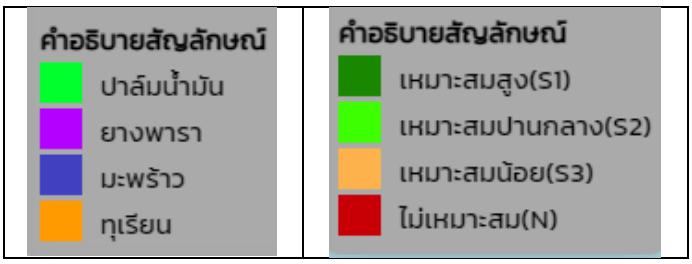
//เขตความเหมาะสมการปลูกทุเรียน
var durain = L.tileLayer.wms
("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", {
layers: 'gisws60:durain_thesis',
format: 'image/png',
transparent: true,
attribution: "myattribution"
});
	

ภาพประกอบ 42 การใช้คำสั่ง JavaScript แสดงผลข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบ WMS จากโปรแกรม GeoServer ในระบบสืบค้นข้อมูล

1.1.5 ส่วนแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ซึ่งอยู่บริเวณมุมขวาล่างของแผนที่ ได้พัฒนาระบบให้มีการแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ตามมาตรฐานของข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ โดยอาศัยความสามารถของ Leaflet JavaScript Library เพื่อสร้างส่วนแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์และแสดงบนแผนที่ออนไลน์ ดังภาพประกอบ 43 และ 44

```
//legend1
var legend = L.control({
    collapsed: true,
    position: 'bottomleft'
});
legend.onAdd = function () {
  var div = L.DomUtil.create('div', 'info legend');
  labels = ['<strong>คำอธิบายสัญลักษณ์</strong>'],
  categories = [
      'ปาล์มน้ำมัน'
      ,'ยางพารา'
      ,'มะพร้าว'
      ,'ทุเรียน'
      ];
      for (var i = 0; i < categories.length; i++) {
          div.innerHTML +=
      labels.push(
          '<i style="background:' + getColor(categories[i]) + '"></i> ' +
      (categories[i] ? categories[i] : '+'));
      }
  div.innerHTML = labels.join('<br>');
  return div;
};
legend.addTo(map);
//legend2
var legend = L.control({
    collapsed: true,
    position: 'bottomleft'
});
legend.onAdd = function () {
    var div = L.DomUtil.create('div', 'info legend');

    labels = ['<strong>คำอธิบายสัญลักษณ์</strong>'],
    categories = [
        'เหมาะสมสูง(S1)'
        ,'เหมาะสมปานกลาง(S2)'
        ,'เหมาะสมน้อย(S3)'
        ,'ไม่เหมาะสม(N)'
        ];
        for (var i = 0; i < categories.length; i++) {
            div.innerHTML +=
        labels.push(
            '<i style="background:' + getColors(categories[i]) + '"></i> ' +
        (categories[i] ? categories[i] : '+'));
        }
    div.innerHTML = labels.join('<br>');

    return div;
};
legend.addTo(map);
```

ภาพประกอบ 43 การใช้คำสั่ง JavaScript แสดงผลส่วนคำอธิบายสัญลักษณ์ในระบบสืบค้นข้อมูล

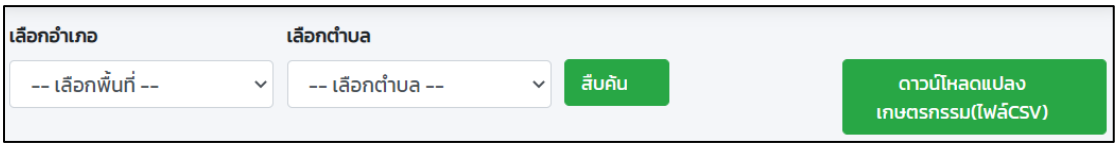


ภาพประกอบ 44 คำอธิบายสัญลักษณ์แผนที่ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรม

1.1.6 ส่วนกำหนดเงื่อนไขของการแสดงผลข้อมูลและดาวน์โหลดข้อมูล จะอยู่บริเวณด้านบนของหน้าระบบ เป็นส่วนที่เอาไว้กำหนดเงื่อนไขการสืบค้นได้แก่ การเลือกอำเภอ ตำบล และดาวน์โหลดข้อมูล โดยใช้คำสั่งภาษา HTML ในการสร้างฟอร์มให้สามารถเลือกอำเภอและตำบลบนหน้าเว็บ เพื่อสืบค้นข้อมูลได้ตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานกำหนด ดังภาพประกอบ 45 และ 46

```
<!-- สืบค้นข้อมูลและดาวน์โหลด -->
<div class="row">
  <div class="col-lg-12 col-12">
      <form id="form_query" action="" title="">
      <fieldset>
      <div class="form-row" style="padding-left: 20px ;padding-right: 20px ; padding-bottom: 5px ">
          <div class="col-3" >
              <label for="place">
              <b style="font-weight: bold; text-align: center; ">เลือกอำเภอ</b>
              </label>
              <select name="amphoe" id="pro" class="form-control input-md">
                  <option value="%">-- เลือกอำเภอ --</option>
              </select>
          </div>
          <div class="col-3" >
              <label for="place">
              <b style="font-weight: bold; text-align: center; ">เลือกตำบล</b>
              </label>
              <select name="tambon" id="amp" class="form-control input-md">
                  <option value="%">-- เลือกตำบล --</option>
              </select>
          </div>
          <div class="col-3">
              <button type="submit" class="btn btn-success" id="report" class="btn btn-secondary"
              style="margin-top:2em; padding-right: 30px;">
                สืบค้น
              </button>
          </div>
          <div class="col-3">
              <button id="crebound_btn" type="button" class="btn btn-success" class="btn btn-secondary"onclick="downloadparcel()"
              style="margin-top:2em; padding-right: 30px;">
                ดาวน์โหลดแปลงเกษตรกรรม(ไฟล์CSV)
              </button>
            </div>
          <div class="col-sm-12 my-1">
              <div id="progress-loading" class="progress" style="margin-top:2em; display: none;">
                <div class="progress-bar progress-bar-striped progress-bar-animated" role="progressbar" aria-valuenow="100"
                  aria-valuemin="0" aria-valuemax="100" style="width: 100%">กำลังค้นหา...</div>
              </div>
            </div>
          </fieldset>
      </form>
    </div>
```

ภาพประกอบ 45 การใช้คำสั่งภาษา HTML สร้างหน้าเว็บส่วนกำหนดเงื่อนไขการสืบค้นของการแสดงผล และส่งออกข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ



ภาพประกอบ 46 ส่วนกำหนดเงื่อนไขของการแสดงผลข้อมูลและส่งออกข้อมูล

การพัฒนาส่วนกำหนดเงื่อนไขการสืบค้นของการแสดงผล และส่งออกข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ เมื่อผู้ใช้งานเลือกข้อมูลอำเภอ และตำบล ระบบจะเข้าไปค้นหาข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลโปรแกรม PostgreSQL และแปลงข้อมูลภายในฐานข้อมูลให้เป็นรูปแบบ GeoJSON การเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลมีลักษณะเป็นตารางที่มีค่า Geometry ที่ถูกเก็บอยู่ในคอลัมน์ชื่อ geom ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลในรูปเรขาคณิตแบบ 2 มิติเพื่อใช้ในการแสดงผลเชิงพื้นที่ ดังภาพประกอบ 47 การพัฒนาใช้คำสั่งภาษา JavaScript ในการติดต่อกับฐานข้อมูลด้วยชุดคำสั่ง SQL ในการสร้าง Web Service เพื่อส่งข้อมูลระหว่าง Server กับ Client ผ่าน HTTP Protocol โดยใช้ Express ซึ่งเป็น Framework ของ Node.js ภาษา JavaScript ที่ใช้สำหรับทำ Web services ในลักษณะ Representational State Transfer API (REST API) โดยเรียกใช้ผ่านทาง HTTP Method POST และส่งข้อมูลออกมาในรูปของ GEOJSON ด้วยการดึงระบบพิกัดของรูปเรขาคณิตที่ถูกเก็บอยู่ในคอลัมน์ชื่อ geom ในฐานข้อมูล ดังภาพประกอบ 48

Data Output | Explain | Messages | Notifications

	id [PK] bigint	geom geometry	type_name character varying (254)	detail_nam character varying (254)	breed_name character varying (254)	plant_date bigint	produce_da bigint
1	378667937	0106000020E6100000010000000103000000010000000700000008F1B7E3...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	19920801	19990907
2	397034072	0106000020E6100000010000000103000000010000000C0000007D1FC15...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20080501	20211228
3	388542559	0106000020E6100000010000000103000000010000000F0000004E906B9...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	20110601	20211231
4	393272933	0106000020E6100000010000000103000000010000000E000000A3628B0...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20050401	20211231
5	394045956	0106000020E6100000010000000103000000010000000600000004BC375...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	20090501	20211231
6	391170807	0106000020E6100000010000000103000000010000000500000000004812...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20120501	20211231
7	394006849	0106000020E6100000010000000103000000010000000900000037849 4A...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	20120501	20211231
8	390836251	0106000020E6100000010000000103000000010000000500000007E70575...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20110501	20211231
9	394035340	0106000020E6100000010000000103000000010000000900000008E33E746...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	19920501	20211231
10	394035339	0106000020E6100000010000000103000000010000000800000001F26C53...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	20031101	20211231
11	397289447	0106000020E6100000010000000103000000010000000700000008D48A2B...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	20040501	20211231
12	388795143	0106000020E6100000010000000103000000010000000500000264CED2...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	20070501	20211231
13	390836424	0106000020E6100000010000000103000000010000000C000000EF9AB77...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20120901	20211231
14	398779039	0106000020E6100000010000000103000000010000000700000001EBE475...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20120801	20211230
15	391170828	0106000020E6100000010000000103000000010000000900000E8137992...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20170401	20211231
16	391190282	0106000020E6100000010000000103000000010000000E00000096E1BD3...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20080501	20211231
17	407776805	0106000020E6100000010000000103000000010000000800000061726665...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20120501	20150501
18	392667462	0106000020E6100000010000000103000000010000000500000ED A1F60...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20060501	20211231
19	392667461	0106000020E6100000010000000103000000010000000500000CC83C70...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20060501	20211231
20	396203580	0106000020E6100000010000000103000000010000000600000129D103...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20140101	20211231
21	394007281	0106000020E6100000010000000103000000010000000F000000EAFFBC7...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20150501	20211230
22	397023077	0106000020E6100000010000000103000000010000000900000612426F2...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20100501	20211228
23	388536070	0106000020E6100000010000000103000000010000000600000D80388...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	20150501	20220501
24	388527180	0106000020E6100000010000000103000000010000000700000DB89DA8...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	20100501	20211231
25	388523466	0106000020E6100000010000000103000000010000000600000E07F337...	ไม่ยืนต้น	ยางพารา	ยางพาราพันธุ์ส่งเสริม	20190701	20260701
26	389052715	0106000020E6100000010000000103000000010000000700000D9D2B4...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20070101	20211231
27	390836123	0106000020E6100000010000000103000000010000000800000036AD140...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20050701	20211231
28	389070304	0106000020E6100000010000000103000000010000000500000073486AA...	ไม่ยืนต้น	ปาล์มน้ำมัน	[null]	20090301	20211231

ภาพประกอบ 47 ตัวอย่างข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจที่ถูกจัดเก็บภายในโปรแกรม PostgreSQL

```
app.post('/api_amphoe_search', (req, res) => {
    const {
        amphoe,
        tambon
    } = req.body;
    console.log(req.body)
    if (amphoe != '%' && tambon == '%') {
        const sql = {
            text: 'SELECT type_name ,detail_nam ,breed_name ,act_rai_or ,plant_date ,produce_da,\
            tam_namt ,amp_namt ,prov_namt ,St_asgeojson(geom) as geojson,St_astext(geom) as wkt\
            FROM "parcel_ball" WHERE amphoe_idn  like $1 and tambon_i_1 like $2\
            GROUP BY  type_name,detail_nam,breed_name,act_rai_or,plant_date,plant_date,produce_da,tam_namt,amp_namt,prov_namt,geom;',
            values: [`${amphoe}%`,`${tambon}%`],
        }
        let jsonFeatures = [];
        db.query(sql).then((data) => {
            var rows = data.rows;
            rows.forEach((e) => {
                let feature = {
                    type: 'Feature',
                    geometry: JSON.parse(e.geojson),
                    properties: e };
                jsonFeatures.push(feature);
            });
            let geoJson = {
                type: 'FeatureCollection',
                features: jsonFeatures};
            res.status(200).json(geoJson);});
    } else if (amphoe != '%' && tambon != '%') {
        const sql = {
            text: 'SELECT type_name ,detail_nam ,breed_name ,act_rai_or ,plant_date ,produce_da,\
            tam_namt ,amp_namt ,prov_namt ,St_asgeojson(geom) as geojson,St_astext(geom) as wkt\
            FROM "parcel_ball" WHERE amphoe_idn  like $1 and tambon_i_1 like $2\
            GROUP BY  type_name,detail_nam,breed_name,act_rai_or,plant_date,plant_date,produce_da,tam_namt,amp_namt,prov_namt,geom;',
            values: [`${amphoe}%`,`${tambon}%`],
        }
        let jsonFeatures = [];
        db.query(sql).then((data) => {
            var rows = data.rows;
            rows.forEach((e) => {
                let feature = {
                    type: 'Feature',
                    geometry: JSON.parse(e.geojson),
                    properties: e};
                jsonFeatures.push(feature);});
            let geoJson = {
                type: 'FeatureCollection',
                features: jsonFeatures
            };
            res.status(200).json(geoJson);
        });
    } else {
        }
});
```

ภาพประกอบ 48 คำสั่งภาษา JavaScript ในการแปลงข้อมูลจากรูปแบบ Database ให้เป็นรูปแบบ GeoJSON ในระบบสืบค้นข้อมูล

ในการติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อเรียกข้อมูลออกมาแสดงในระบบบนแผนที่และข้อมูลอรรถาธิบาย รวมทั้งส่งออกข้อมูลแปลงเกษตรกรรมนั้น จะใช้ในชุดคำสั่ง SQL ในการแปลงข้อมูล Geometry จากรูปแบบตารางด้วยคำสั่งการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่จากโปรแกรม PostGIS มาแสดงในระบบบนแผนที่ ดังตาราง 11 เมื่อระบบพบข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ จะใช้จาวาสคริปต์ไลบรารี่ (JavaScript library) ได้แก่ การใช้ jQuery ในการลดความซับซ้อนของโค้ดจาวาสคริปต์ที่มีขนาดใหญ่ รวมถึงการใช้ Ajax ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเว็บเบราว์เซอร์และ

เซิร์ฟเวอร์ ใช้คำสั่ง JavaScript เพื่อซูมแผนที่ไปยังตำแหน่งของข้อมูลนั้น และดาวน์โหลดข้อมูลแปลงเกษตรกรรม ดังภาพประกอบ 49 และ 50

ตาราง 11 ชุดคำสั่งภาษา SQL สำหรับเรียกข้อมูลมาแสดงในระบบบนแผนที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ รวมทั้งส่งออกข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

ฟังก์ชัน	คำสั่งภาษา SQL	การดำเนินการ
สืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรม	**SELECT** a.type_name ,a.detail_nam ,a.breed_name ,a.plant_date ,a.produce_date,b.tum_name,b. amphoe_name, b.amphoe_code, b.tum_code ,b. prov_name, **ST_asgeojson(a.geom)** as geojson, **ST_Area(ST_Transform(a.geom,32647))/1600)** as area_rai, **ST_astext(a.geom)** as wkt **FROM** parcel a INNER JOIN Sub_district b on **(a. tum_code,b. tum_code)** **WHERE** amphoe_code like $1 and tum_code like $2 GROUP BY type_name,detail_nam,breed_name,ac t_rai_or,plant_date,plant_date,produce _da,tam_namt,amp_namt,prov_namt,g eom;	เลือกข้อมูลกลุ่มพืช ชนิดพืช พันธุ์พืช วันเพาะปลูก วันที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวจากตาราง Parcel ซึ่งเป็นตารางที่เก็บข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และแปลงข้อมูลจากรูปแบบตารางในคอลัมน์ Geometry ให้เป็นรูปแบบ GeoJSON ด้วยคำสั่ง ST_asgeojson ซึ่งเป็นคำสั่งการประมวลผลเชิงพื้นที่จาก PostGIS และคำนวณพื้นที่แปลงเกษตรกรรม โดยใช้ ST_Area ใช้คำสั่ง ST_astext แปลงข้อมูล Geometry ให้อยู่ในรูปแบบ WKT ในการเก็บข้อมูลแบบ TEXT เพื่อส่งออกข้อมูลรูปเรขาคณิตของข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจได้ จากนั้นทำการเชื่อมโยงข้อมูลโดยใช้ความสัมพันธ์เชิงตารางกับข้อมูลเขตการปกครอง เพื่อให้แสดงแสดงผลข้อมูลชื่อจังหวัด อำเภอ และตำบลของแปลงเกษตรกรรม โดยกำหนดเงื่อนไขการรับค่าข้อมูลด้วยรหัสอำเภอ และตำบลด้วยตัวแปร $ และจัดกลุ่มข้อมูลให้เรียบร้อย

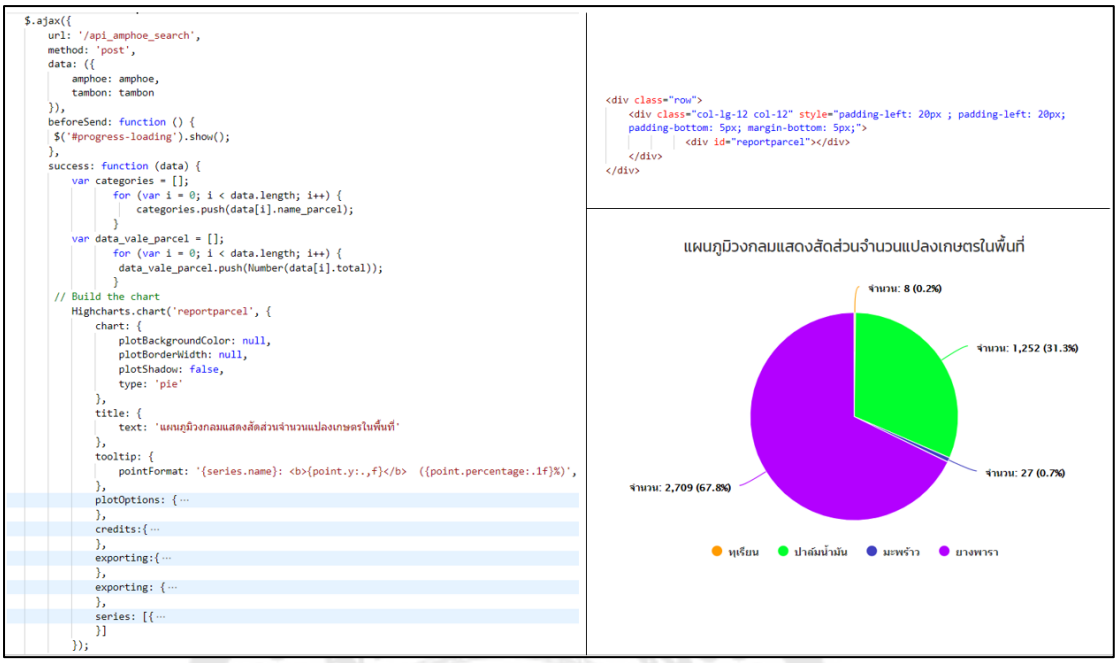
```
$("#form_query").submit(function (event) {
    event.preventDefault();
    parcel.clearLayers();
    //var province = event.target.province.value
    var amphoe = event.target.amphoe.value
    var tambon = event.target.tambon.value
if (amphoe != '%' && tambon == '%'){
    $.ajax({
        url: '/api_amphoe_search',
        method: 'POST',
        data: ({
            amphoe: amphoe,
            tambon: tambon
        }),
        beforeSend: function () {
            $('#progress-loading').show();
           },
        success: function (data) {
            $('#progress-loading').hide();
            var geojson = data.features
         if (amphoe != '%' && tambon == '%') {
                var geojson = L.geoJson(data, {
                        style: style,
                        onEachFeature: onEachFeature
                })
                geojson.addTo(parcel);
                map.fitBounds(geojson.getBounds());

                swal(" พบจำนวนแปลงเกษตรกรรมทั้งสิ้น "+ data.features.length +" แปลง ");
            }
            else if (amphoe != '%' && tambon != '%') {

                var geojson = L.geoJson(data, {
                        style: style,
                        onEachFeature: onEachFeature
                })
                geojson.addTo(parcel);
                map.fitBounds(geojson.getBounds());

                swal(" พบจำนวนแปลงเกษตรกรรมทั้งสิ้น "+ data.features.length +" แปลง ");
            }
            else {
                $('#progress-loading').hide();
            }
```

ภาพประกอบ 49 คำสั่งภาษา JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันการสืบค้นและแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ออนไลน์ในระบบสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

```
function dl_amp(amphoe) {
    $.ajax({
        url: '/api_amphoe_search',
        method: 'post',
        data: ({
            amphoe: amphoe
        }),
        beforeSend: function () {
        },
        success: function (data) {
            var json = data
            console.log(json)
            var fields = Object.keys(json[0])
            var replacer = function (key, value) { return value === null ? '' : value }
            var csv = json.map(function (row) {
                return fields.map(function (fieldName) {
                    return JSON.stringify(row[fieldName], replacer)
                }).join(',')
            })
            csv.unshift(fields.join(',')) // add header column
            csv = csv.join('\r\n');
            var blob = new Blob([csv], { type: "text/plain;charset=utf-8" });
            var url = URL.createObjectURL(blob);
            var a = document.createElement('a');
            a.href = url;
            a.download = 'ผังแปลงเกษตรกรรม_'+ amphoe +'.csv';
            document.body.appendChild(a);
            a.click();
        },
        error: function () {
        }
    });
}
```

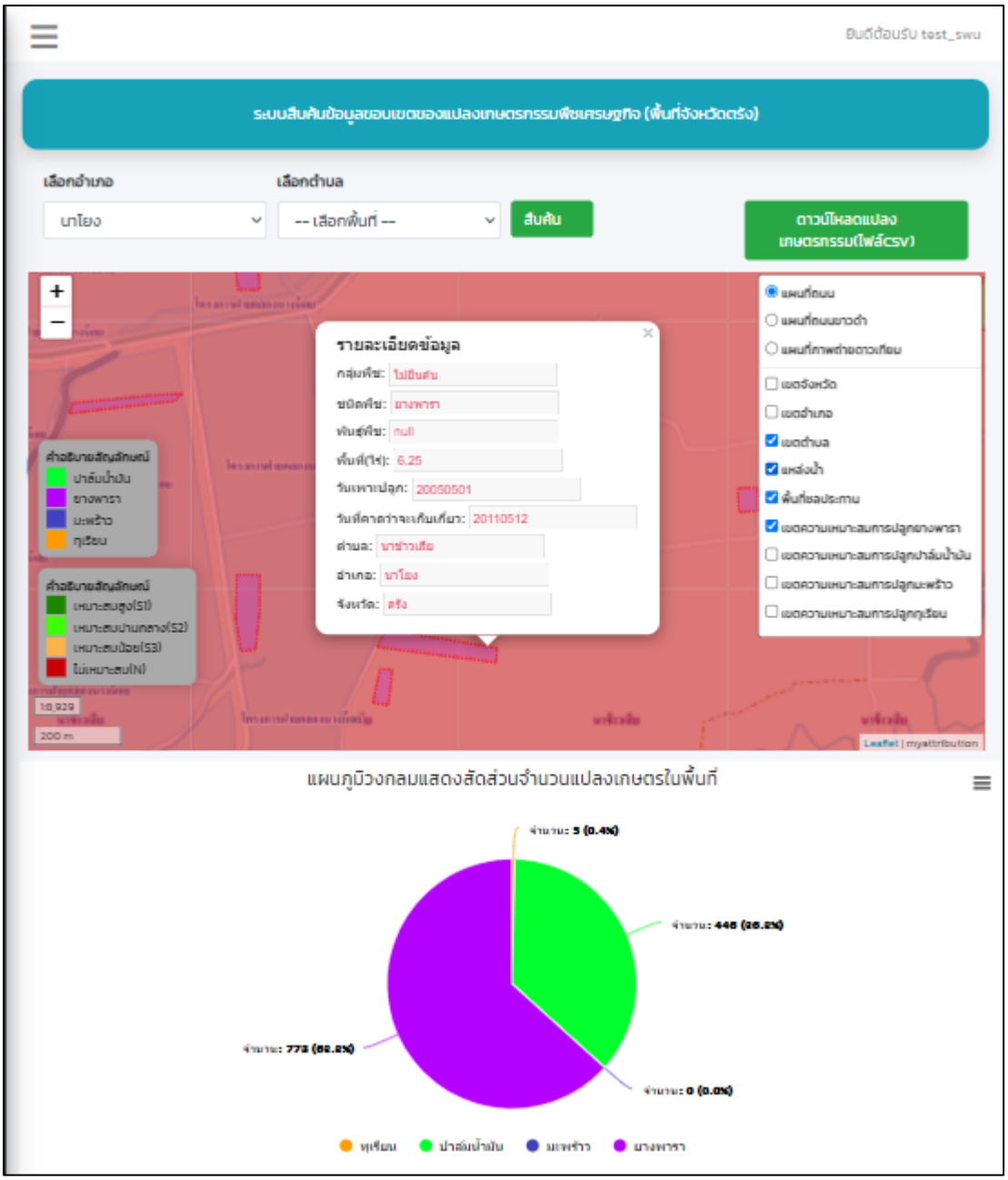
ภาพประกอบ 50 คำสั่งภาษา JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันดาวน์โหลดข้อมูลแปลงเกษตรกรรมที่แสดงผลข้อมูลบนแผนที่ออนไลน์ในระบบสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

1.1.7 ส่วนแสดงผลข้อมูลเชิงสถิติ จะอยู่บริเวณด้านล่างของหน้าระบบ เป็นการแสดงข้อมูลเชิงสถิติในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนแปลงเกษตรกรรมในพื้นที่เมื่อทำการกำหนดเงื่อนไขของการแสดงผลข้อมูล พัฒนาโดยใช้ภาษา HTML ร่วมกับ Highcharts ซึ่งเป็นจาวาสคริปต์ไลบรารี่ สำหรับสร้างแผนภูมิบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลในเชิงสถิติได้ ดังภาพประกอบ 51



ภาพประกอบ 51 การใช้ Highcharts ด้วยคำสั่งภาษา JavaScript และเรียกแสดงผลด้วยภาษา HTML ในระบบสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

สรุปการแสดงผลของระบบสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ จะแสดงพื้นที่ขอบเขตแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจที่ทำการสืบค้นตามเงื่อนไข และระบบจะแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ออนไลน์ และข้อมูลพื้นฐานอื่นๆในรูปแบบ Web map service (WMS) เช่น เขตพื้นที่เหมาะสมการเพาะปลูกพืชชนิดต่างๆ เป็นต้น เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นข้อมูลภาพรวมของพื้นที่และแนวโน้มการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ โดยภายในข้อมูลแปลงเกษตรกรรมนั้นจะแสดงข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ กลุ่มพืช ชนิดพืช พันธุ์พืช ขนาดพื้นที่ (ไร่) วันเพาะปลูก วันที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยว ตำบล อำเภอ จังหวัด ซึ่งจะใช้คำสั่งภาษา JavaScript ในการติดต่อกับฐานข้อมูล และใช้คำสั่ง SQL ในการสร้าง Web Service โดยใช้ด้วย ภาษา JavaScript ในลักษณะ REST API เพื่อเรียกข้อมูลมาแสดงผลลัพธ์ ขั้นตอนการทำงานของระบบสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และการแสดงผลการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ สามารถแสดงผลได้ดังภาพประกอบ 52

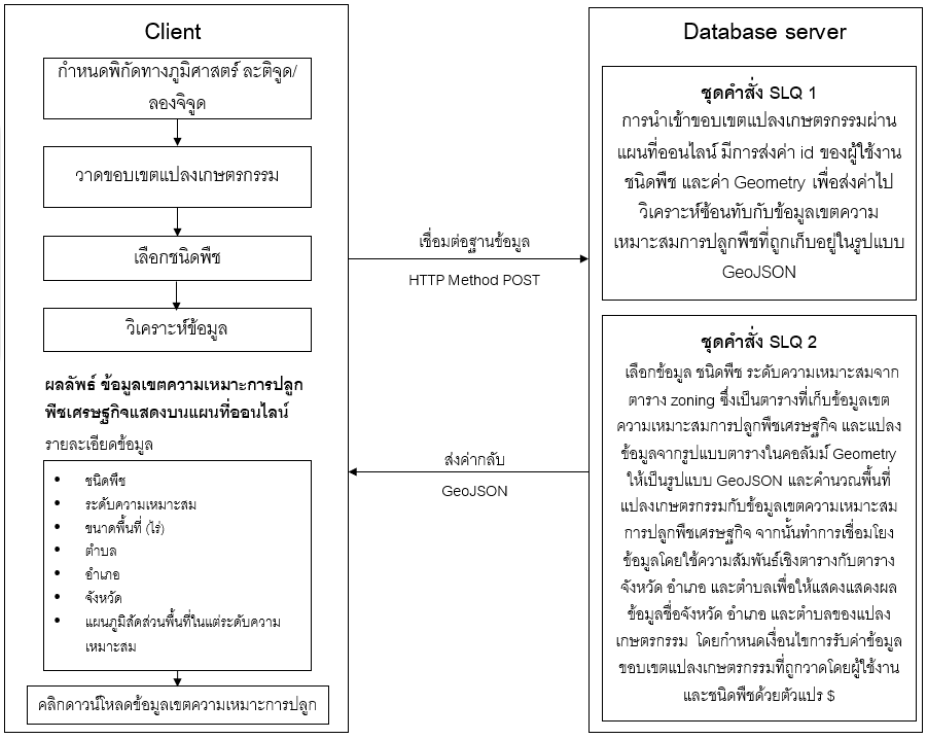


ภาพประกอบ 52 การแสดงผลการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

1.2 ระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

ในระบบวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถระบุพิกัดภูมิศาสตร์เพื่อเป็นจุดชี้นำในการแสดงผลไปยังพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

จากนั้นใช้เครื่องมือกำหนดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมบนแผนที่ออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และเลือกชนิดพืชที่จะทำการวิเคราะห์ พร้อมทั้งระบุชนิดของพืชเศรษฐกิจที่ต้องการทราบความเหมาะสมในการเพาะปลูก ระบบจะทำการส่งข้อมูลแปลงเกษตรกรรมไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจนั้น และแสดงผลลัพธ์เป็นพื้นที่ระดับความเหมาะสมบนแผนที่ รวมทั้งแผนภูมิสัดส่วนพื้นที่ในแต่ระดับความเหมาะสมพร้อมทั้งส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ CSV เพื่อนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้ โดยในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ได้นำผลการออกแบบโครงสร้างหน้าเว็บที่ได้ออกแบบไว้มาพัฒนาระบบ โดยมีการทำงานของฟังก์ชัน ดังภาพประกอบที่ 53



ภาพประกอบ 53 การทำงานของฟังก์ชันระบบวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ

ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ มีการเรียกใช้งาน Libraries ในการพัฒนาระบบเหมือนกับระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ทั้งในส่วน Front-end Framework

สำหรับการวางโครงสร้างหน้าเว็บ และ Leaflet JavaScript library สำหรับพัฒนาส่วนจัดการแผนที่ และแสดงผลข้อมูลแผนที่ นอกจากนี้ยังใช้ Highcharts ซึ่งเป็นจาวาสคริปต์ไลบรารี่ สำหรับสร้างแผนภูมิบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลในเชิงสถิติได้ ในรูปแบบของแผนภูมิสัดส่วนพื้นที่ในแต่ระดับความเหมาะสมรายแปลง

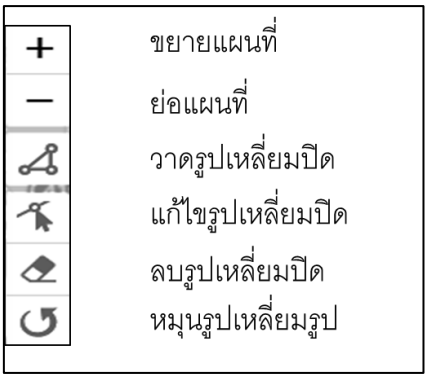
โดยส่วนต่าง ๆ ของหน้าเว็บระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ประกอบด้วย

1.2.1 ส่วนที่แสดงชื่อเรื่องระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ อยู่ด้านบนสุดของระบบ

1.2.2 ส่วนที่แสดงเครื่องมือจัดการแผนที่ ได้แก่ เครื่องมือย่อ-ขยายแผนที่ (zoom in - zoom out) และ เครื่องวาดแปลงเกษตรกรรม อยู่ด้านซ้ายบนของแผนที่ การพัฒนาส่วนเครื่องมือจัดการแผนที่ อาศัยความสามารถของ Leaflet JavaScript library เพื่อสร้างเครื่องมือจัดการแผนที่ ผู้ใช้งานสามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรก คือ การใช้เม้าส์ (mouse) สำหรับการ ย่อ – ขยายแผนที่ โดยดับเบิลคลิกที่หน้าแผนที่ หรือใช้ปุ่มกลางของเม้าส์ในการควบคุม และการเลื่อนแผนที่ทำได้โดยคลิกเม้าส์ค้างไว้ที่หน้าแผนที่ แล้วเลื่อนไปยังบริเวณที่ต้องการ ส่วนเครื่องมือวาดแปลงเกษตรกรรมพัฒนาโดยใช้ Leaflet-Geoman ซึ่งเป็นส่วนเสริมของ Leaflet JavaScript library ในการนำเข้าข้อมูลแปลงเกษตรกรรมผ่านแผนที่ออนไลน์ด้วยคำสั่งภาษา JavaScript ดังภาพประกอบ 54 และแสดงผลเครื่องมือวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรม ดังภาพประกอบ 55

```
//เครื่องมือวาดแปลงเกษตรกรรม
function editTool() {
    const customTranslation = {···
    };
    map.pm.setLang('customName', customTranslation, 'en');
    // add leaflet-geoman controls with some options to the map
    map.pm.addControls({
        position: 'topleft',
        drawPolygon: true, //adds button to draw polygon
        editMode: true, //adds button to toggle edit mode for all layers
        dragMode: true, //adds button to toggle drag mode for all layers
        removalMode: true //adds a button to remove layers
    });
    map.pm.setGlobalOptions({
        allowSelfIntersection: false,
        preventMarkerRemoval: false
    });
}
```

ภาพประกอบ 54 คำสั่งภาษา JavaScript ในการเรียกใช้งาน Leaflet-Geoman

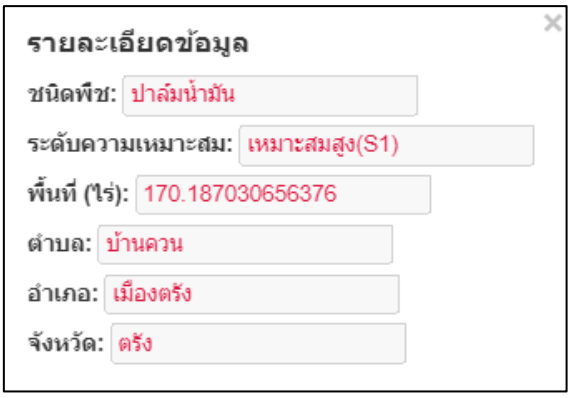


ภาพประกอบ 55 เครื่องมือวาดแปลงเกษตรกรรมบนแผนที่ออนไลน์

1.2.3 ส่วนแผนที่อยู่ตรงกลางของหน้าระบบ คือ ส่วนที่แสดงข้อมูลแผนที่ และผลลัพธ์จากฟังก์ชัน โดยผลลัพธ์จากฟังก์ชันนี้คือการแสดงพื้นที่แปลงเกษตรกรรมที่ผู้ใช้งานวาดเข้ามา วิเคราะห์ซ้อนทับกับพื้นที่เขตความเหมาะการปลูกพืชบนแผนที่ออนไลน์ และยัง เรียกดูรายละเอียดของข้อมูลได้ การพัฒนาใช้คำสั่งภาษา JavaScript เพื่อเรียกดูข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่กำหนดไว้ ภาพประกอบ 56 และ 57

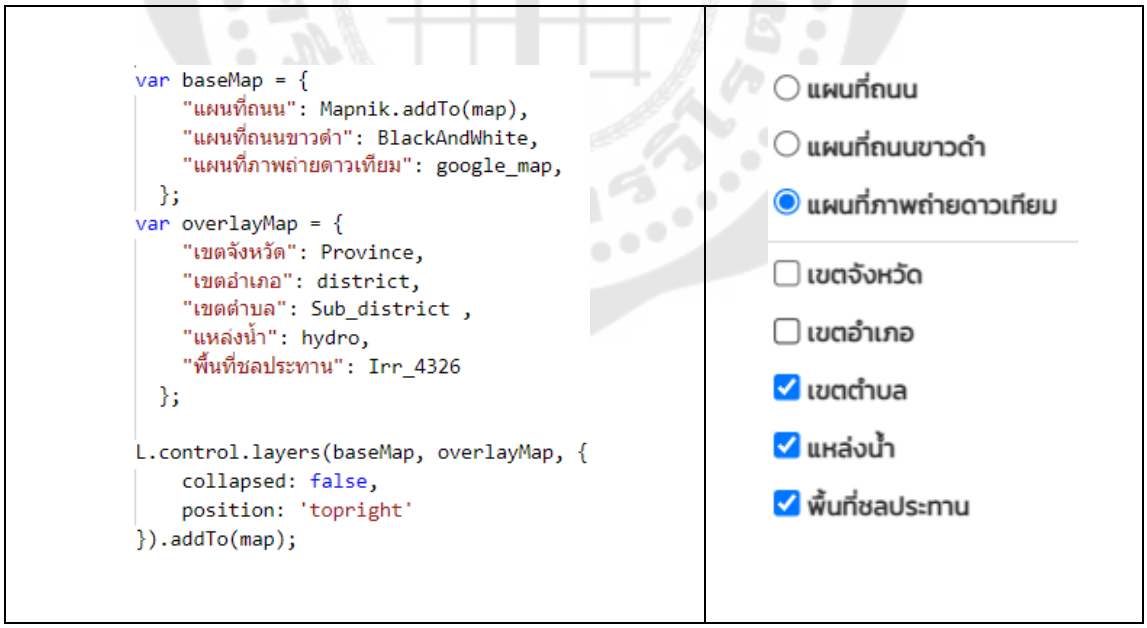
```
//onEachFeature_popup
function onEachFeature(f, l) {
    var popupContent =
'\
            <style> \
           input[type=text] {\
             color :#DC143C; \
           }\
           </style>\
           <style> \
           input[type=number] {\
             color :#DC143C; \
           }\
           </style>\
              <legend><h6 style="font-weight: bold">รายละเอียดข้อมูล</h6></legend>\
              <form  role="form" class="form-row" enctype="multipart/form-data">\
              <div class="col">\
                <label for="exampleInputEmail1">ชนิดพืช:</label>\
                <input type="text"  name="activity" readonly value="' + f.properties.activity + '" disabled>\
              </div>\
              <div class="col">\
                <label for="exampleInputPassword1">ระดับความเหมาะสม:</label>\
                <input type="text"  name="name_suit" readonly value="' + f.properties.name_suit + '" disabled>\
              </div>\
              <div class="col">\
                <label for="exampleInputPassword1">พื้นที่ (ไร่):</label>\
                <input type="text"  name="rai" readonly value="' + f.properties.rai + '" disabled>\
              </div>\
              <div class="col">\
                <label for="exampleInputPassword1">ตำบล:</label>\
                <input type="text"  name="tam_namt" readonly value="' + f.properties.tam_namt + '" placeholder="0.00" disabled>\
              </div>\
              <div class="col">\
                <label for="exampleInputPassword1">อำเภอ:</label>\
                <input type="text"  name="amp_namt" readonly value="' + f.properties.amp_namt + '" disabled>\
              </div>\
              <div class="col">\
                <label for="exampleInputPassword1">จังหวัด:</label>\
                <input type="text"  name="prov_namt" readonly value="' + f.properties.prov_namt + '" disabled>\
              </div>\
          </form>'

    l.bindPopup(popupContent);
}
```

ภาพประกอบ 56 คำสั่งภาษา JavaScript ในการเรียกข้อมูลเชิงคุณลักษณะของข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ



ภาพประกอบ 57 ตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงข้อมูลเชิงคุณลักษณะข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

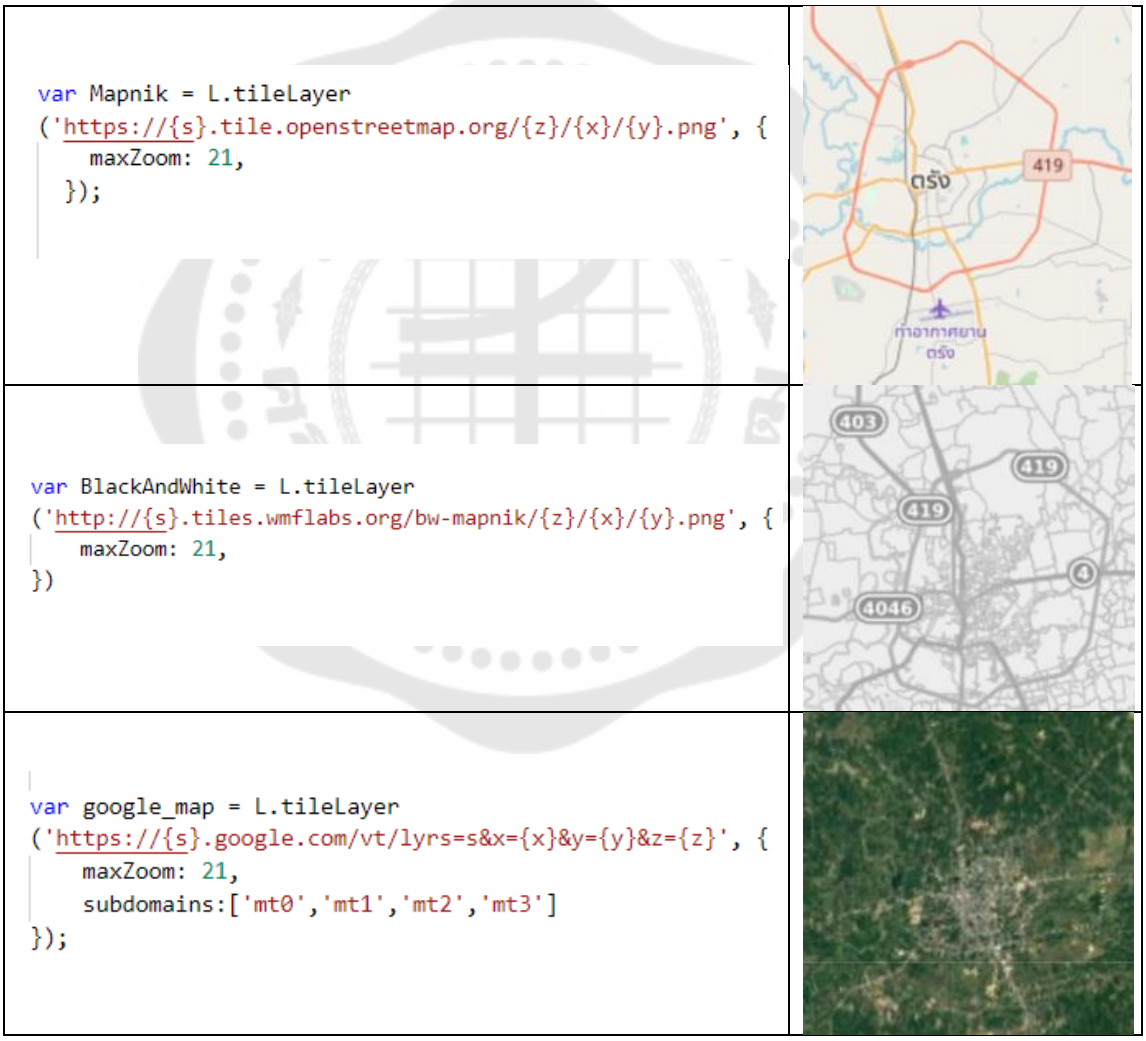
1.2.4 ส่วนแสดงรายการชั้นข้อมูลแผนที่ซึ่งอยู่ด้านขวาบนของแผนที่ แบ่งเป็น 2 ส่วน โดยใช้คำสั่งภาษา JavaScript ผ่าน Leaflet JavaScript library ในการดึงข้อมูลมาแสดงผล ดังภาพประกอบ 58 ประกอบด้วยข้อมูลแผนที่ฐาน (base map) และข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์



```
var baseMap = {
    "แผนที่ถนน": Mapnik.addTo(map),
    "แผนที่ถนนขาวดำ": BlackAndWhite,
    "แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม": google_map,
  };
var overlayMap = {
    "เขตจังหวัด": Province,
    "เขตอำเภอ": district,
    "เขตตำบล": Sub_district ,
    "แหล่งน้ำ": hydro,
    "พื้นที่ชลประทาน": Irr_4326
  };

L.control.layers(baseMap, overlayMap, {
    collapsed: false,
    position: 'topright'
}).addTo(map);
```

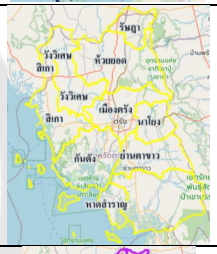
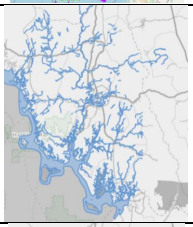
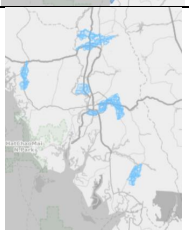

ภาพประกอบ 58 คำสั่งภาษา JavaScript ในการแสดงรายการชั้นข้อมูลแผนที่ในระบบวิเคราะห์ข้อมูล

1) ข้อมูลแผนที่ฐาน (base map) ได้ออกแบบให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บแสดงแผนที่ฐาน 3 รูปแบบ ประกอบด้วย แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม (Google satellite) แผนที่ถนน (Google road) และแผนที่ถนนขาวดำ (Open Street MAP) โดยผู้ใช้งานยังสามารถเลือกได้ว่าจะให้แสดงข้อมูลแผนที่ฐานประเภทใด แสดงผลโดยการใช้คำสั่ง Application Programming Interface: API เชื่อมต่อกับเว็บไซต์ผู้ให้บริการ เพื่อนำข้อมูลแผนที่ฐานมาแสดงผลบนหน้าเว็บ การแสดงผลจะอยู่ในรูปแบบ radio button ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถเลือกแผนที่ฐานได้เพียงรูปแบบเดียวไม่สามารถเลือกซ้อนทับกันได้ ภาพประกอบ 59



ภาพประกอบ 59 การใช้คำสั่ง Application Programming Interface ในการแสดงข้อมูลแผนที่ฐานแต่ละรูปแบบในระบบวิเคราะห์ข้อมูล

2) ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้กำหนดให้มีการแสดงชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยจัดทำในรูปแบบ Web Map Service (WMS) ด้วยคำสั่งภาษา JavaScript แล้ววางตำแหน่งที่อยู่ (WMS URL) ที่ได้จากการประมวลผลผ่านโปรแกรมแม่ข่ายแผนที่ GeoServerดังภาพประกอบ 60 โดยกำหนดให้การแสดงผลเป็นแบบ check box ได้แก่ ชั้นข้อมูลเขตจังหวัด ชั้นข้อมูลเขตอำเภอ ชั้นข้อมูลเขตตำบล ข้อมูลแหล่งน้ำ ชั้นข้อมูลพื้นที่ชลประทาน โดยผู้ใช้สามารถเลือกเปิดปิดชั้นข้อมูลได้ตามความต้องการ

`var Province = L.tileLayer.wms ("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", { layers: 'gisws60:Province', format: 'image/png', transparent: true, attribution: "myattribution" });`	
`var district = L.tileLayer.wms ("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", { layers: 'gisws60:district', format: 'image/png', transparent: true, attribution: "myattribution" });`	
`var Subdistrict = L.tileLayer.wms ("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", { layers: ' gisws60:Subdistrict', format: 'image/png', transparent: true, attribution: "myattribution" });`	
`var hydro = L.tileLayer.wms ("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", { layers: 'gisws60:hydro', format: 'image/png', transparent: true, attribution: "myattribution" });`	
`var Irr_4326 = L.tileLayer.wms ("http://localhost:8080/geoserver/gisws60/wms", { layers: 'gisws60:Irr_4326 ', format: 'image/png', transparent: true, attribution: "myattribution" });`	

ภาพประกอบ 60 การใช้คำสั่ง JavaScript แสดงผลข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบ WMS จากโปรแกรม GeoServerในระบบวิเคราะห์ข้อมูล

1.2.5 ส่วนแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ซึ่งอยู่บริเวณมุมขวาล่างของแผนที่ ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีการแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ตามมาตรฐานของข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ โดยอาศัยความสามารถของ Leaflet JavaScript Library เพื่อสร้างส่วนแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์และแสดงบนแผนที่ออนไลน์ ดังภาพประกอบ 61

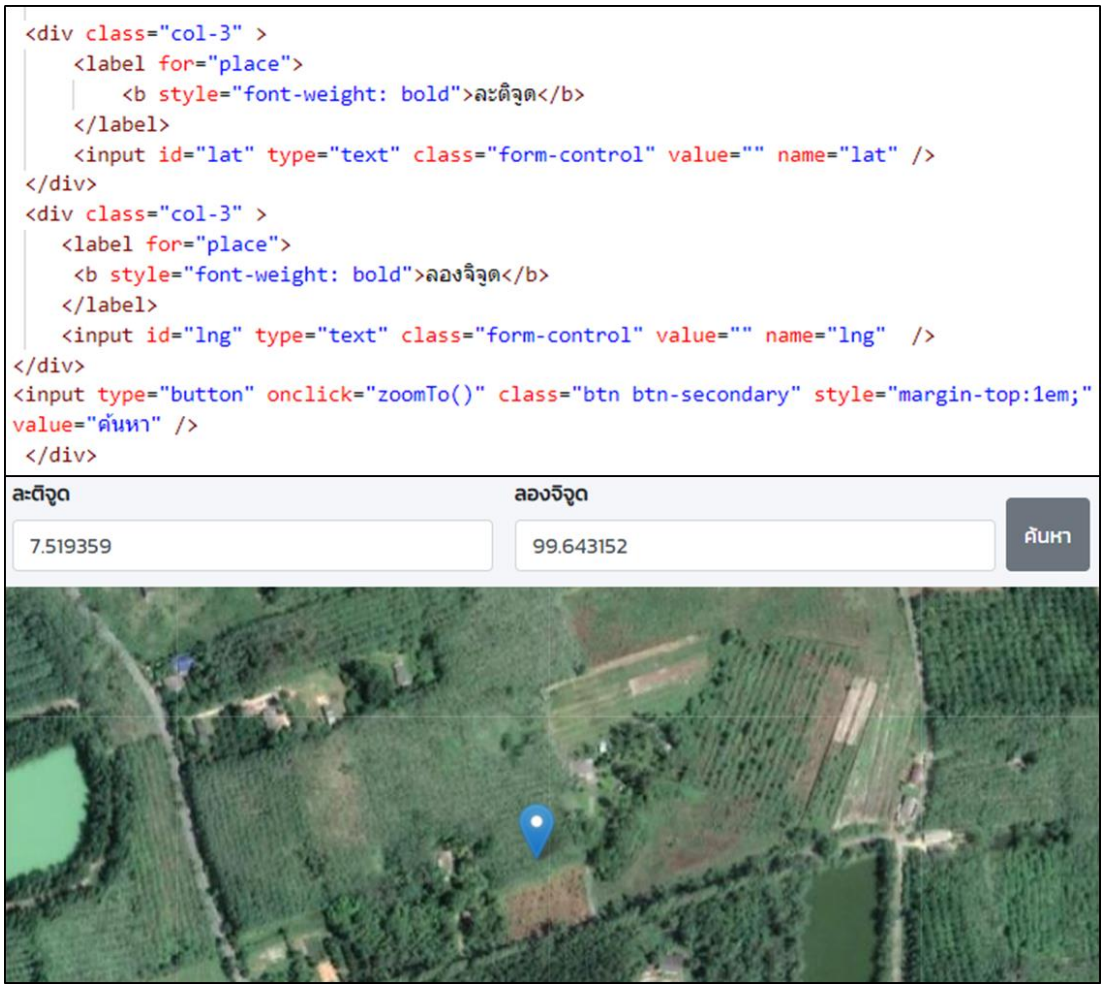
```
//legend
var legend = L.control({
    position: 'bottomleft'
});
legend.onAdd = function () {
    var div = L.DomUtil.create('div', 'info legend');

    labels = ['<strong>คำอธิบายสัญลักษณ์</strong>'],
    categories = [
        'เหมาะสมสูง(S1)'
        ,'เหมาะสมปานกลาง(S2)'
        ,'เหมาะสมน้อย(S3)'
        ,'ไม่เหมาะสม(N)'
        ];

        for (var i = 0; i < categories.length; i++) {
            div.innerHTML +=
        labels.push(
            '<i style="background:' + getColor(categories[i]) + '"></i> '+
        (categories[i] ? categories[i] : '+'));

        }
    div.innerHTML = labels.join('<br>');
    return div;
};
legend.addTo(map);
};
```

คำอธิบายสัญลักษณ์
เหมาะสมสูง(S1)
เหมาะสมปานกลาง(S2)
เหมาะสมน้อย(S3)
ไม่เหมาะสม(N)

ภาพประกอบ 61 การใช้คำสั่ง JavaScript แสดงผลส่วนคำอธิบายสัญลักษณ์ในระบบวิเคราะห์ข้อมูล

1.2.6 ส่วนกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ข้อมูล จะอยู่บริเวณด้านบนของหน้าระบบ โดยเมื่อผู้ใช้กำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์เพื่อเป็นจุดชี้นำไปยังพื้นที่ที่ต้องการ และวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมแล้ว ก็ทำการเลือกชนิดของพืชที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อแสดงผลข้อมูล

เขตความเหมาะสมรายแปลงบนแผนที่ และสามารถดาวน์โหลดข้อมูลได้ โดยใช้คำสั่งภาษา HTML ในการสร้างฟอร์มให้สามารถกำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ ผู้ใช้งานสามารถใส่ค่าละติจูดและลองจิจูด เพื่อค้นหาตำแหน่งพื้นที่เป้าหมายในการวาดแปลงเกษตรกรรม ดังภาพประกอบ 62 และใช้คำสั่งภาษา JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันการค้นหาพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยสามารถค้นหาพิกัดเพื่อเป็นจุดชี้นำไปยังพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลได้เฉพาะบริเวณพื้นที่ศึกษาเท่านั้น ดังภาพประกอบ 63



ภาพประกอบ 62 การใช้คำสั่งภาษา HTML สร้างฟอร์มและแสดงผลหน้าเว็บในการกำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์ ใส่ค่าละติจูด และลองจิจูด เพื่อเป็นจุดชี้นำไปยังพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูล

```
//search lat lng
function addMarker() {
    lat = document.getElementById("lat").value;
    lng = document.getElementById("lng").value;
    if ((lng >= 99.000 && lng <= 100.000) && (lat >= 7.000 && lat <= 8.200)) {
        map.panTo(new L.LatLng(lat, lng));
        newmarker = L.marker([lat, lng]
        ).addTo(map);
    }
    else {
        swal("พิกัดไม่ถูกต้อง", {
            button: "ตกลง",
        });
    }
}
```

ภาพประกอบ 63 การใช้คำสั่ง JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันการค้นหาพิกัดทางภูมิศาสตร์

การพัฒนาเครื่องมือวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรม พัฒนาโดยใช้ Leaflet-Geoman ซึ่งเป็นส่วนเสริมของ Leaflet JavaScript library ในการนำเข้าข้อมูลแปลงเกษตรกรรมผ่านแผนที่ออนไลน์ด้วยคำสั่งภาษา JavaScript ดังที่ได้กล่าวในส่วนการสร้างเครื่องมือจัดการแผนที่ และใช้ภาษา HTML ในการสร้างหน้าเว็บส่วนกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ข้อมูลของการแสดงผล และดาวน์โหลดข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ดังภาพประกอบ 64 และใช้คำสั่งภาษา JavaScript โดยการให้ผู้ใช้วาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมผ่านแผนที่ออนไลน์ มีการส่งค่า id ของผู้ใช้งาน ชนิดพืช และค่า Geometry เพื่อส่งค่าไปวิเคราะห์ซ้อนทับกับข้อมูลเขตความเหมาะสมการปลูกพืชที่ถูกเก็บอยู่ในรูปแบบ GeoJSON ซึ่งได้มาจากการแปลงข้อมูลภายในฐานข้อมูลโปรแกรม PostgreSQL ในลักษณะการทำ REST API ดังภาพประกอบ 65 และ66 การเก็บข้อมูลในโปรแกรมจะอยู่ในรูปแบบของ Database มีลักษณะเป็นตารางและเก็บค่า Geometry ไว้แบบ WKT ดังภาพประกอบ 67 ในการติดต่อกับฐานข้อมูลจะใช้ชุดคำสั่ง SQL ในการสร้าง Web Service โดยใช้ Express ซึ่งเป็น Framework ของ Node.js ภาษา JavaScript ที่ใช้สำหรับทำ Web services ในลักษณะ Representational State Transfer API (REST API) โดยเรียกใช้ผ่านทาง HTTP Method POST และส่งข้อมูลออกมาในรูปของ GEOJSON ด้วยการดึงระบบพิกัดของเรขาคณิต ที่ถูกเก็บอยู่ในคอลัมน์ชื่อ geom ของข้อมูลข้อมูลเขตความเหมาะสมการปลูกพืช

```
<div class="row">
  <div class="col-lg-12 col-12">
      <form id="fieldForm" action="" title="">
      <fieldset>
      <div class="form-row" style="padding-left: 20px ;padding-right: 20px ; padding-bottom: 5px ">
          <input type="text" class="form-control" id="user" value="<%= user %>" hidden>
          <div class="col-3">
              <label for="place">
              <b style="font-weight: bold; text-align: center; ">เลือกชนิดพืช</b>
              </label>
              <select id="activity" class="form-control" name="activity">
              <option value="">-- เลือกชนิดพืช --</option>
                <option>ยางพารา</option>
                <option>ปาล์มน้ำมัน</option>
                <option>มะพร้าว</option>
                <option>ทุเรียน</option>
              </select>
            </div>
          <div class="col-3">
              <button type="submit" class="btn btn-primary" id="buttonatlas" class="btn btn-secondary"
              style="margin-top:2em; padding-right: 50px;">
              วิเคราะห์ข้อมูล
              </button>
          </div>
          <div class="col-3">
              <button type="button" class="btn btn-warning" id="" onclick="refreshPage()" class="btn btn-warning"
              style="margin-top:2em; padding-right: 30px;">
              refresh
              </button>
          </div>
          <div class="col-3">
              <button id="crebound_btn" type="button" class="btn btn-success" class="btn btn-secondary" onclick="add_zoning_1_load()"
              style="margin-top:2em; padding-right: 30px;">
                ดาวน์โหลดผลการวิเคราะห์ข้อมูล(ไฟล์CSV)
              </button>
            </div>
          <div class="col-sm-12 my-1">
              <div id="progress-loading" class="progress" style="margin-top:2em; display: none;">
                <div class="progress-bar progress-bar-striped progress-bar-animated" role="progressbar" aria-valuenow="100"
                  aria-valuemin="0" aria-valuemax="100" style="width: 100%">กำลังวิเคราะห์...</div>
              </div>
            </div>
          </fieldset>
      </form>
  </div>
```

ภาพประกอบ 64 การใช้คำสั่งภาษา HTML สร้างหน้าเว็บส่วนกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ข้อมูลและดาวน์โหลดข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

```
//createparcel_thesis
//function Insert
app.post('/api/insert',checkNotAuthenticated, (req, res) => {
    const {id,
           activity,
           geom} = req.body;
    const sql = 'INSERT INTO parcel_zoning_ball (id,activity,geom)\
                 VALUES ($1,$2,ST_SetSRID(st_geomfromgeojson($3), 4326));
    const val = [id,activity,geom];
    db.query(sql, val)
        .then(() => {
            res.status(200).json({
                status: 'success',
                activity: activity,
                geom: geom,
                message: 'insert',
            });
        });
```

ภาพประกอบ 65 คำสั่งภาษา JavaScript ในการนำเข้าข้อมูลแปลงเกษตรกรรมจากผู้ใช้งานให้เป็นรูปแบบ GeoJSON ในระบบสืบค้นข้อมูล

```
//zoning
app.post("/api_parcel_zoning", (req, res) => {
    const { geom, activity } = req.body;
    console.log(req.body)
    const sql = {
        text:"select prov_namt,amp_namt,tam_namt,activity,suit as detail,name_suit,geom,\
        st_area(st_transform(st_intersection(geom,st_transform\
        (st_buffer(st_transform(st_makevalid(st_setsrid(ST_GeomFromGeoJSON($1),4326)),32647),0.0000001),4326)),32647))/1600 as rai,\
        st_astext(st_intersection(geom,st_transform\
        (st_buffer(st_transform(st_makevalid(st_setsrid(ST_GeomFromGeoJSON($1),4326)),32647),0.0000001),4326))) as wkt,\
        st_asgeojson(st_intersection(geom,st_transform(st_buffer(st_transform(st_makevalid(st_setsrid\
        (ST_GeomFromGeoJSON($1),4326)),32647),0.0000001),4326))) as geojson\
        FROM (SELECT prov_namt, amp_namt, tam_namt,type_name as activity ,suit,geom,\
        (CASE WHEN suit LIKE 'S1' THEN 'เหมาะสมสูง(S1)'\
        WHEN suit LIKE 'S2' THEN 'เหมาะสมปานกลาง(S2)'\
        WHEN suit LIKE 'S3' THEN 'เหมาะสมน้อย(S3)'\
        WHEN suit LIKE 'N' THEN 'ไม่เหมาะสม(N)'\
        END) AS name_suit\
        FROM zoning_ball\
        WHERE type_name LIKE $2 ) as ttt where st_intersects(geom,st_transform(st_buffer(st_transform(st_makevalid(st_setsrid\
        (ST_GeomFromGeoJSON($1),4326)),32647),0.0000001),4326));",
        values: [geom,activity],
    };
    let jsonFeatures = [];
    let jsonFeatureswkt = [];
    db.query(sql).then((data) => {
        var rows = data.rows;
        rows.forEach((e) => {
            let feature = {···
            };
            jsonFeatures.push(feature);
            let featurewkt = {···
        };
        jsonFeatureswkt.push(featurewkt);
        });
        let geoJson = {
            type: "FeatureCollection",
            features: jsonFeatures,
            featureswkt: jsonFeatureswkt,
        };
        res.status(200).json(geoJson);
    });
});
```

ภาพประกอบ 66 คำสั่งภาษา JavaScript ในการส่งข้อมูลแปลงเกษตรกรรมจากผู้ใช้งานในรูปแบบ GeoJSON ไปซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

Data Output | Explain | Messages | Notifications

	id character varying (2)	geom geometry	suit character varying (50)	suit_name text
1	92	0106000020E6100000020000000103000000010000006101000009...	N	ไม่เหมาะสม(N)
2	92	0106000020E6100000040000001030000000100000000B0000002...	S1	เหมาะสมสูง(S1)
3	92	0106000020E6100000050000000103000000010000009401000B...	N	ไม่เหมาะสม(N)
4	92	0106000020E6100000070000000103000000010000000B0000002...	S1	เหมาะสมสูง(S1)
5	92	0106000020E6100000040000000103000000010000004A000000B...	S3	เหมาะสมน้อย(S3)
6	92	0106000020E6100000050000000103000000010000004A000000E...	N	ไม่เหมาะสม(N)
7	92	0106000020E6100000D0000000103000000010000001800000009...	N	ไม่เหมาะสม(N)
8	92	0106000020E6100000030000000103000000010000002B0000009...	S2	เหมาะสมปานกลาง(S2)
9	92	0106000020E6100000030000000103000000010000000B70100003...	S1	เหมาะสมสูง(S1)
10	92	0106000020E6100000080000000103000000030000002F030000A...	S3	เหมาะสมน้อย(S3)
11	92	0106000020E6100000080000000103000000010000000D5000000C...	N	ไม่เหมาะสม(N)
12	92	0106000020E6100000030000000103000000010000000BB0100000...	S2	เหมาะสมปานกลาง(S2)
13	92	0106000020E6100000020000000103000000010000000400000009...	S1	เหมาะสมสูง(S1)
14	92	0106000020E6100000100000000103000000010000000D10000008...	N	ไม่เหมาะสม(N)
15	92	0106000020E6100000060000000103000000010000000400000005...	S1	เหมาะสมสูง(S1)
16	92	0106000020E6100000080000000103000000010000005B0000002...	S3	เหมาะสมน้อย(S3)
17	92	0106000020E6100000040000000103000000010000005B0000006...	N	ไม่เหมาะสม(N)
18	92	0103000020E61000000100000003A000000649E3644B2E55840DA...	S3	เหมาะสมน้อย(S3)
19	92	0106000020E6100000A0000000103000000010000005600000009...	N	ไม่เหมาะสม(N)
20	92	0106000020E6100000A0000000103000000010000004303000004...	S2	เหมาะสมปานกลาง(S2)
21	92	0106000020E6100000040000001030000000100000081030000 9...	S2	เหมาะสมปานกลาง(S2)
22	92	0106000020E6100000D0000000103000000010000004B0000004...	N	ไม่เหมาะสม(N)
23	92	0106000020E6100000020000000103000000010000004000000A...	S1	เหมาะสมสูง(S1)
24	92	0106000020E61000001E0000000103000000010000006800000B...	S3	เหมาะสมน้อย(S3)
25	92	0106000020E6100000030000000103000000010000001A0000007...	N	ไม่เหมาะสม(N)
26	92	0106000020E6100000A0000000103000000010000000AA000000...	N	ไม่เหมาะสม(N)
27	92	0106000020E6100000050000000103000000010000001B000000D...	S2	เหมาะสมปานกลาง(S2)

ภาพประกอบ 67 ตัวอย่างข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจถูกจัดเก็บภายในโปรแกรม PostgreSQL

ในการติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อเรียกข้อมูลออกมาแสดงในระบบบนแผนที่และข้อมูลอรรถาธิบาย รวมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจนั้น จะใช้ชุดคำสั่ง SQL ในการแปลงข้อมูลจากรูปแบบตารางให้เป็นรูปแบบ GeoJSON ดังตาราง 12 เมื่อระบบพบข้อมูลแปลงเกษตรกรรมจากผู้ใช้งานในรูปแบบ GeoJSON ไปซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ จะใช้จาวาสคริปต์ไลบรารี่ (JavaScript library) ได้แก่ การใช้ Jquery ในการลดความซับซ้อนของโค้ดจาวาสคริปต์ที่มีขนาดใหญ่ รวมถึงการใช้ Ajax ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเว็บเบราว์เซอร์และเซิร์ฟเวอร์ ใช้คำสั่ง JavaScript เพื่อซูมแผนที่ไปยังตำแหน่งของข้อมูลนั้น และดาวน์โหลดข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ดังภาพประกอบ 68 และ 69

ตาราง 12 ชุดคำสั่งภาษา SQL สำหรับเรียกการนำเข้าแปลงเกษตรกรรมจากผู้ใช้งาน และเรียกข้อมูลมาแสดงในระบบบนแผนที่และข้อมูลอรรถาธิบาย รวมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

ฟังก์ชัน	คำสั่งภาษา SQL	การดำเนินการ
นำเข้าแปลงเกษตรกรรมจากผู้ใช้งาน	**INSERT INTO** User_Draw_polygon (id,activity,geom) VALUES ($1,$2,ST_SetSRID (**st_geomfromgeojson**($3), 4326));	การนำเข้าขอบเขตแปลงเกษตรกรรมผ่านแผนที่ออนไลน์ มีการส่งค่าด้วยตัวแปร $ ได้แก่ id ของผู้ใช้งาน ชนิดพืช และค่า Geometry ด้วยคำสั่ง st_geomfromgeojson ในการแปลงข้อมูล GEOJSON เป็น Geometry เพื่อส่งค่าไปวิเคราะห์ซ้อนทับกับข้อมูลเขตความเหมาะสมการปลูกพืชที่ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล

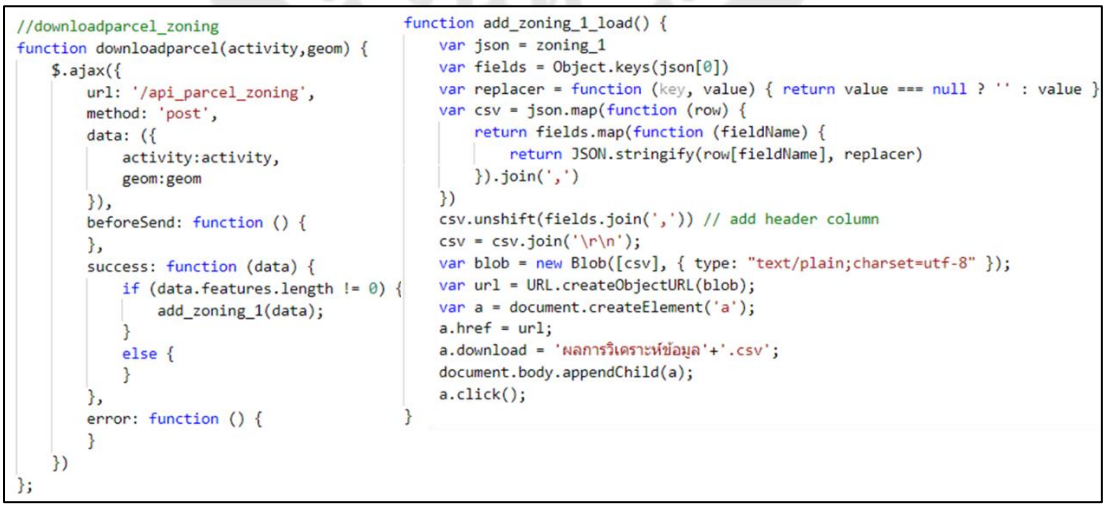
ตาราง 12 (ต่อ)

ฟังก์ชัน	คำสั่งภาษา SQL	การดำเนินการ
ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมจากผู้ใช้งานในรูปแบบ GeoJSON ไปซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ	SELECT prov_namt,amp_namt,tam_namt,activity,suit as detail,name_suit,geom, st_area(st_transform(st_intersection (geom,st_transform (st_buffer(st_transform(st_makevalid (st_setsrid(ST_GeomFromGeoJSON ($1),4326)),32647),0.0000001),4326)),32647))/1600 as rai, st_astext(st_intersection(geom,st_transform (st_buffer(st_transform(st_makevalid (st_setsrid(ST_GeomFromGeoJSON ($1),4326)),32647),0.0000001),4326))) as wkt, st_asgeojson(st_intersection(geom, st_transform(st_buffer(st_transform (st_makevalid(st_setsrid (ST_GeomFromGeoJSON($1),4326)),32647) ,0.0000001),4326))) as geojson FROM (SELECT (CASE WHEN suit LIKE 'S1' THEN 'เหมาะสมสูง(S1)' WHEN suit LIKE 'S2' THEN 'เหมาะสมปานกลาง(S2)' WHEN suit LIKE 'S3' THEN 'เหมาะสมน้อย(S3)' WHEN suit LIKE 'N' THEN 'ไม่เหมาะสม(N)' END) AS suit_name FROM zoning WHERE type_name LIKE $2) as total INNER JOIN Sub_district on (a.tum_code,b.tum_code) WHERE st_intersects(geom,st_transform (st_buffer(st_transform(st_makevalid (st_setsrid (ST_GeomFromGeoJSON($1),4326)),32647) ,0.0000001),4326));	เลือกข้อมูล ชนิดพืช ระดับความเหมาะสมจากตาราง zoning ซึ่งเป็นตารางที่เก็บข้อมูลเขตความเหมาะสมการปลูกพืชเศรษฐกิจ และแปลงข้อมูลจากรูปแบบตารางในคอลัมม์ Geometry ให้เป็นรูปแบบ GeoJSON ด้วยคำสั่ง st_asgeojson ซึ่งเป็นการประมวลผลเชิงพื้นที่จากโปแกรม Postgis และคำนวณพื้นที่แปลงเกษตรกรรมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมการปลูกพืชเศรษฐกิจ ด้วยคำสั่ง st_area โดยในการคำนวณพื้นที่ มีการใช้ st_bufferและst_makevalid ในการตรวจสอบทอพอโลยีเพื่อให้สามารถคำนวณพื้นที่ได้ และใช้คำสั่ง st_astext แปลงข้อมูล Geometry ให้อยู่ในรูปแบบ WKTในการเก็บข้อมูลแบบ TEXT เพื่อส่งออกข้อมูลรูปเขาคณิต จากนั้น ทำการเชื่อมโยงข้อมูลโดยใช้ความสัมพันธ์เชิงตารางกับข้อมูลขอบเขตการปกครองเพื่อให้แสดงแสดงผลข้อมูลชื่อจังหวัด อำเภอ และตำบลของแปลงเกษตรกรรม โดยกำหนดเงื่อนไขการรับค่าข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมที่ถูกวาดโดยผู้ใช้งานด้วยคำสั่ง ST_GeomFromGeoJSON เพื่อแปลงข้อมูลจาก GeoJSON เป็น Geometry เพื่อรับค่าขอบเขตแปลงด้วยตัวแปร $1 มาประมวลผลด้วยคำสั่ง st_intersects กับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ และเลือกชนิดพืชด้วยตัวแปร $2

```
//f1_thesis
$('#fieldForm').submit(function (e) {
    e.preventDefault();
    parcel.clearLayers();
    swal('กรุณาวาดแปลงเกษตรกรรมเพื่อทำการวิเคราะห์');
    str = geomInsert.replace("Polygon", "MultiPolygon");
    str = str.replace(":[[[", ":[[[[");
    str = str.replace("]]]", "]]]]");
    let activity = $("#activity").val();
    if(activity == ""){
        swal('กรุณาเลือกชนิดพืชที่ต้องการวิเคราะห์');
    }
    else if (activity != "") {
        const obj = {
            id: $('#user').val(),
            activity: $('#activity').val(),
            geom: str,
        }
        $.ajax({
            type: "POST",
            url: "/api/insert",
            data: obj,
            beforeSend: function( xhr ) {
              },
            success: function (res) {
                checkIsvalidreason(res.activity,res.geom);
                downloadparcel(res.activity,res.geom);
            },
            error: function(jqxhr, status, exception) {
                alert('error');
            }
        });
```

```
//f2_thesis
function checkIsvalidreason(activity,geom){
   parcel.clearLayers();
    $.ajax({
        url: '/api_parcel_zoning',
        method: 'post',
        data: ({
            activity:activity,
            geom:geom
        }),
        success: function (data) {
            console.log(data)
        ;
            if (activity != '' && geom != '' ) {
            swal("วิเคราะห์ข้อมูลสำเร็จ", "คลิกOK", "success");
            var geojson = data.features
            console.log(geojson)

            var geojson = L.geoJson(data, {
                    style: style,
                    onEachFeature: onEachFeature,
                    pmIgnore: true
             })
             geojson.addTo(parcel);
             map.fitBounds(geojson.getBounds());

            } else if (activity != '' && geom != '' ) {
            }
           else {
                }
            },
        error: function() {
            alert('Error occurs!');
        }
    });
}
```

ภาพประกอบ 68 คำสั่งภาษา JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลและแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ออนไลน์ในระบบวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ



```
//downloadparcel_zoning
function downloadparcel(activity,geom) {
    $.ajax({
        url: '/api_parcel_zoning',
        method: 'post',
        data: ({
            activity:activity,
            geom:geom
        }),
        beforeSend: function () {
        },
        success: function (data) {
            if (data.features.length != 0) {
                add_zoning_1(data);
            }
            else {
            }
        },
        error: function () {
        }
    })
};
```

```
function add_zoning_1_load() {
    var json = zoning_1
    var fields = Object.keys(json[0])
    var replacer = function (key, value) { return value === null ? '' : value }
    var csv = json.map(function (row) {
        return fields.map(function (fieldName) {
            return JSON.stringify(row[fieldName], replacer)
        }).join(',')
    })
    csv.unshift(fields.join(',')) // add header column
    csv = csv.join('\r\n');
    var blob = new Blob([csv], { type: "text/plain;charset=utf-8" });
    var url = URL.createObjectURL(blob);
    var a = document.createElement('a');
    a.href = url;
    a.download = 'ผลการวิเคราะห์ข้อมูล'+'.csv';
    document.body.appendChild(a);
    a.click();
}
```

ภาพประกอบ 69 คำสั่งภาษา JavaScript ในการสร้างฟังก์ชันดาวน์โหลดการวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ

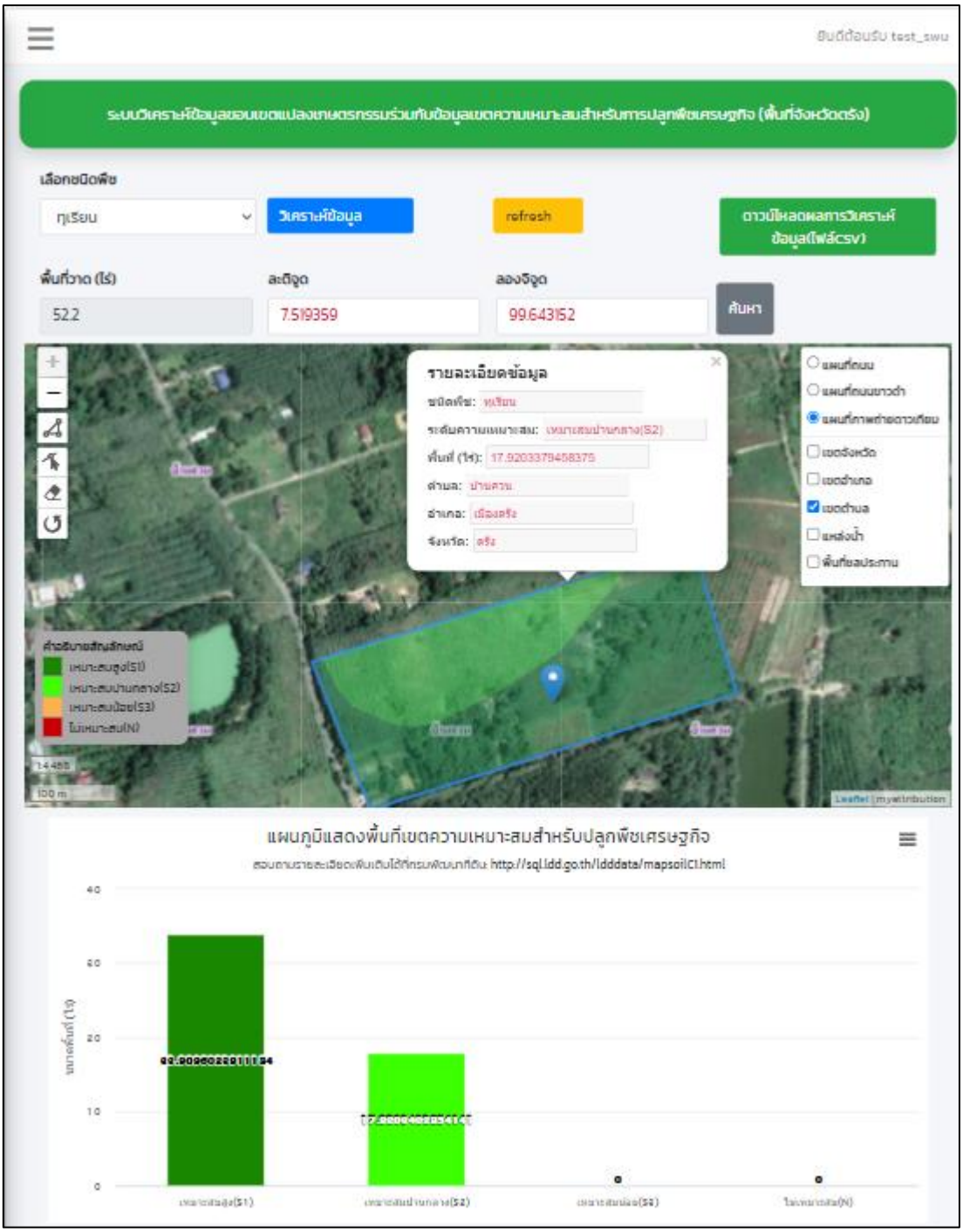
1.2.7 ส่วนแสดงผลข้อมูลเชิงสถิติจะอยู่บริเวณด้านล่างของระบบ เป็นการแสดงข้อมูลเชิงสถิติในรูปแบบของแผนภูมิแท่งแสดงสัดส่วนพื้นที่ความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยเมื่อผู้ใช้วาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมแล้วทำการเลือกชนิดของพืชที่จะทำการวิเคราะห์ ระบบจะแสดงผลข้อมูลเขตความเหมาะสมรายแปลงในลักษณะของแผนภูมิแท่ง พัฒนาโดยใช้ภาษา HTML ร่วมกับ Highcharts ซึ่งเป็นจาวาสคริปต์ไลบรารี่ สำหรับสร้างกราฟบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลในเชิงสถิติได้ ในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนแปลงเกษตรกรรมในพื้นที่ ดังภาพประกอบ 70 และ 71

ภาพประกอบ 70 การเรียกแสดงผล Highcharts ด้วยภาษาHTML ในระบบวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ

```
$.ajax({
    url: '/api_parcel_zoning_report',
    method: 'post',
    data: ({
        activity:activity,
        geom:geom
    }),
    beforeSend: function () {
    },
    success: function (data) {
        console.log(data)
        var data_vale_doae = [];
        var dataname = [];
        for (var i = 0; i < data.rows.length; i++) {
            data_vale_doae.push(Number(data.rows[i].rai));
            dataname.push(data.rows[i].name_suit);
        }
// Create the chart
Highcharts.chart('container2', {
chart: {
    type: 'column'
},
title: {
    text: 'แผนภูมิแสดงพื้นที่เขตความเหมาะสมสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ'
},
subtitle: {
    text: 'สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่กรมพัฒนาที่ดิน: <a href="http://sql.ldd.go.th/lddata/mapsoilC1.html
    "target="_blank">http://sql.ldd.go.th/lddata/mapsoilC1.html</a>'"
},
xAxis: {
    categories: dataname,
    crosshair: false
},
yAxis: {
    title: {
        text: 'ขนาดพื้นที่ (ไร่)'
    }
},
legend: {···
},
tooltip: {
    headerFormat: '<b>{point.x}</b><br/>',
    pointFormat: '<span style="color:{point.color}">{point.name}</span> <b>{point.y:,2f}</b> ไร่ <br/>'
},
plotOptions: {···
},
credits: {···
},
series: [
    {
        name: '',
        colorByPoint: true,
        data: data_vale_doae
    },
]
```

ภาพประกอบ 71 การใช้ Highcharts ด้วยคำสั่งภาษา JavaScript ในระบบวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ

สรุปการแสดงผลของระบบวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจ จะแสดงพื้นที่ข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจที่ทำการวิเคราะห์ซ้อนทับกับขอบแปลงเกษตรกรรมที่วาดเข้ามาโดยผู้ใช้งาน และระบบจะแสดงผลลัพธ์เป็นพื้นที่ระดับความเหมาะสมบนแผนที่ออนไลน์ รวมทั้งแผนภูมิสัดส่วนพื้นที่ในแต่ระดับความเหมาะสมพร้อมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ CSV ออกไปใช้งานได้ และสามารถเปิดชั้นข้อมูลพื้นฐานอื่นๆในรูปแบบ Web map service (WMS) ได้แก่ ขอบเขตการปกครอง เขตชลประทาน และแหล่งน้ำ เพื่อให้ผู้ใช้งานใช้สนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้ในพื้นที่ โดยภายในข้อมูลเขตความเหมาะการปลูกพืชเศรษฐกิจนั้นจะแสดงข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ ชนิดพืช ระดับความเหมาะสม ขนาดพื้นที่ (ไร่) ตำบล อำเภอ จังหวัด การแสดงผลการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ สามารถแสดงได้ ดังภาพประกอบ 72



ภาพประกอบ 72 การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรม
ร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมการปลูกพืชเศรษฐกิจ

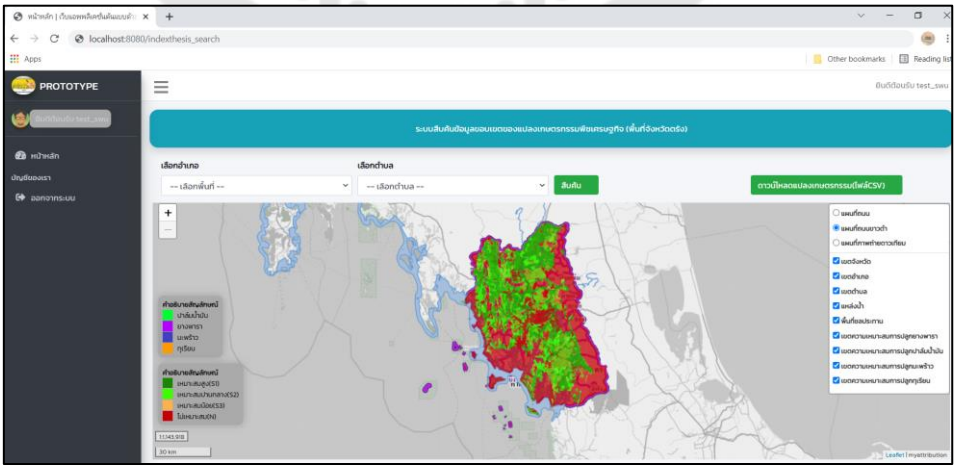
2. การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การทดสอบการทำงานในส่วนแสดงผลแผนที่ การทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชัน และการเปรียบเทียบกระบวนการทำงานแบบเดิมกับกระบวนการทำงานที่ได้รับการพัฒนา มีรายละเอียด ดังนี้

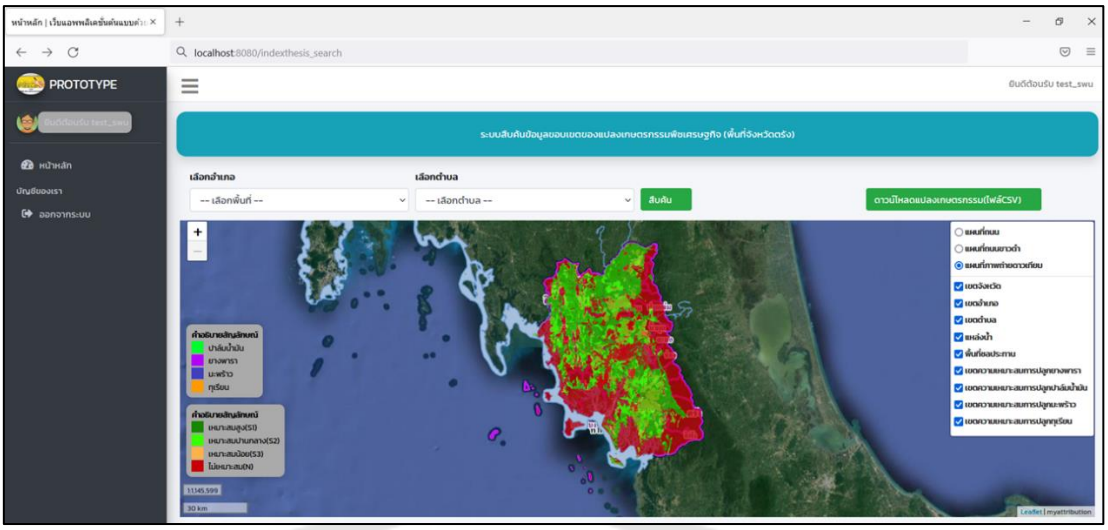
2.1 การทดสอบการทำงานในส่วนแสดงผลแผนที่

โดยทดสอบการแสดงผลแผนที่ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ต่างๆ ได้แก่ Google Chrome, Mozilla Firefox และ Microsoft Edge โดยจะทำการทดสอบความครบถ้วนในการแสดงผลของชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ตามฐานข้อมูลที่ใช้แสดงผลในเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ และทดสอบความถูกต้องทางตำแหน่งของข้อมูลว่าตรงตามแผนที่ฐาน โดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 ระบบที่พัฒนาขึ้นตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

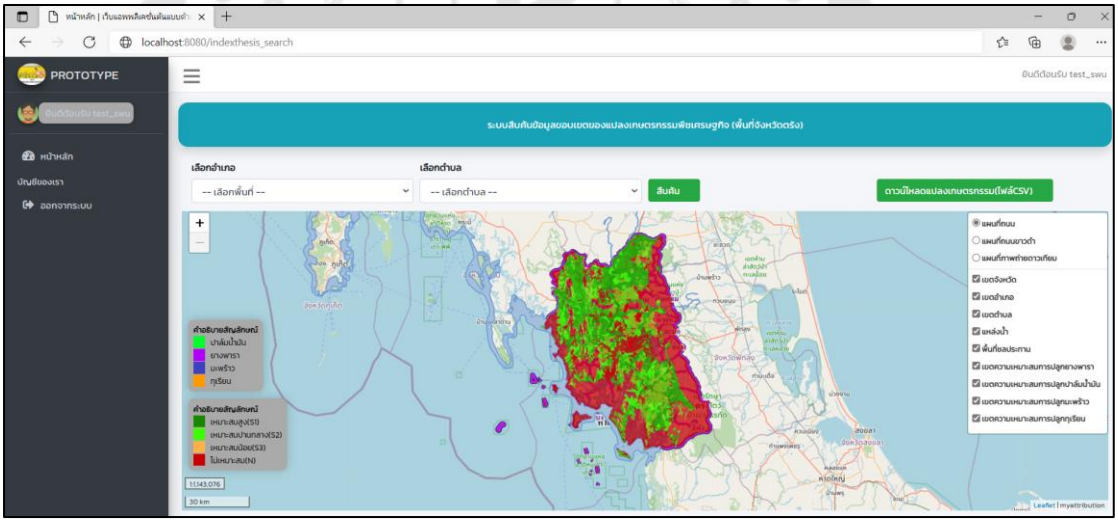
1.1 ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ทดสอบการแสดงผลแผนที่ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ต่างๆ ได้แก่ Google Chrome, Mozilla Firefox และ Microsoft Edge เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนในการแสดงผลของชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในระบบ และทดสอบความถูกต้องทางตำแหน่งของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่าตรงตามแผนที่ฐานหรือไม่ ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ครบถ้วนทั้งหมดทุกชั้นข้อมูล และข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ถูกต้องตรงตามตำแหน่งของภาพแผนที่ฐาน ดังภาพประกอบ 73 ถึง 75



ภาพประกอบ 73 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบสืบค้นข้อมูล



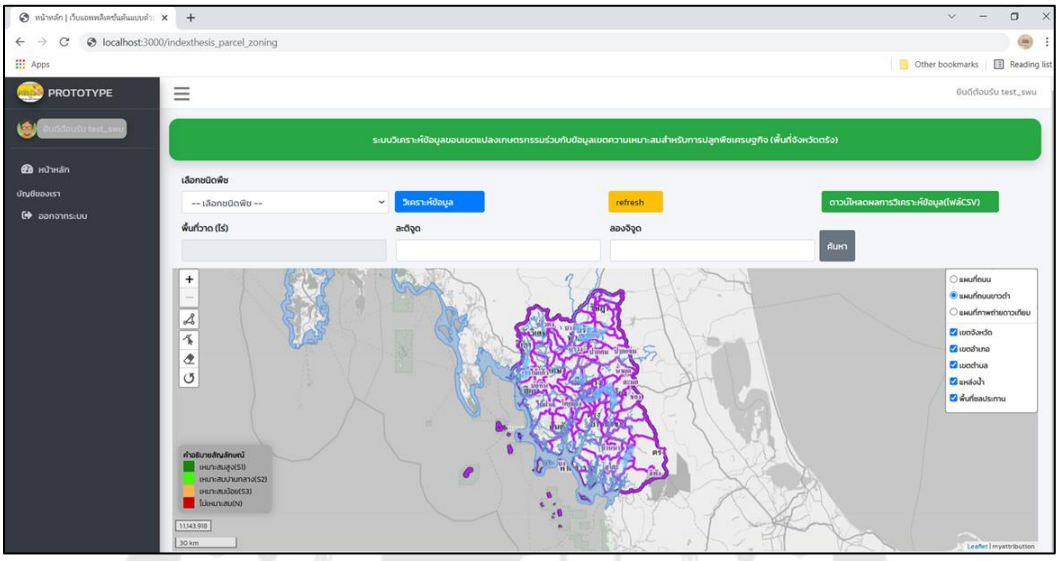
ภาพประกอบ 74 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Mozilla Firefox และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบสืบค้นข้อมูล



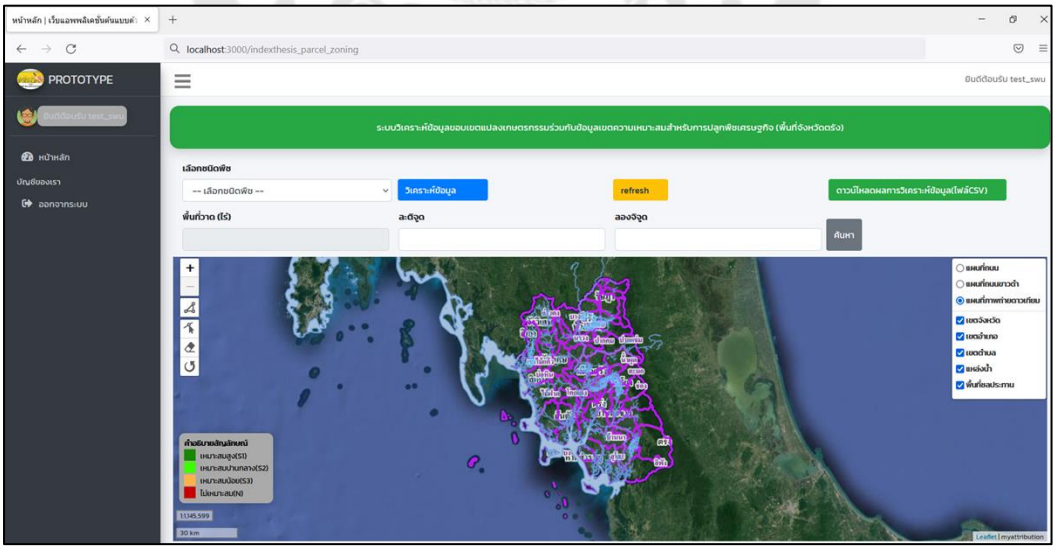
ภาพประกอบ 75 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Microsoft Edge และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบสืบค้นข้อมูล

1.2 ระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ทดสอบการแสดงผลแผนที่ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ต่างๆ ได้แก่ Google Chrome Mozilla Firefox และ Microsoft Edge เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนในการแสดงผลของชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในระบบ และทดสอบความถูกต้องทางตำแหน่งของข้อมูล

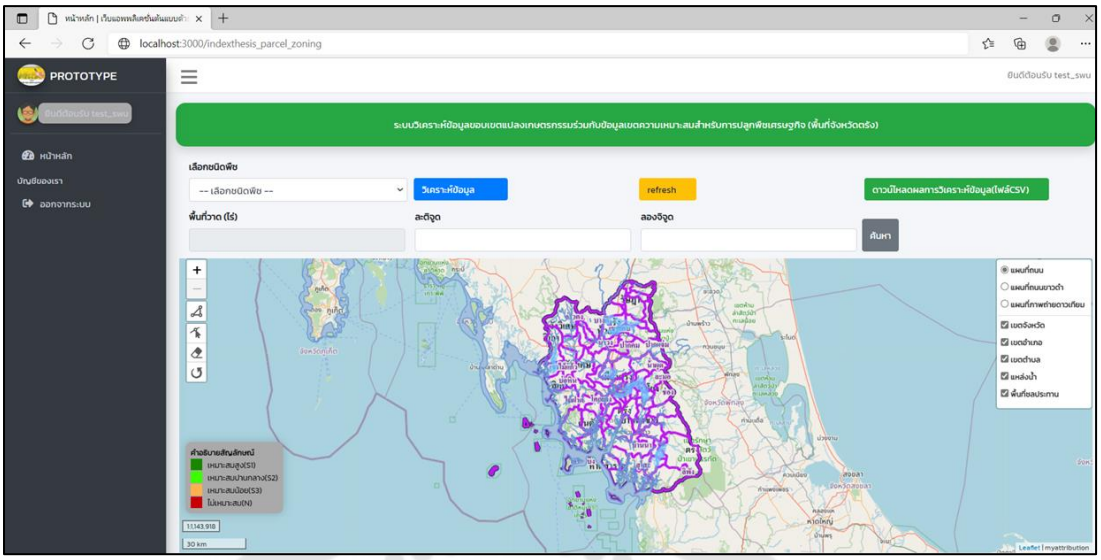
สารสนเทศภูมิศาสตร์ว่าตรงตามแผนที่ฐานหรือไม่ ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ครบถ้วนทั้งหมดทุกชั้นข้อมูล และข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ถูกต้องตรงตามตำแหน่งของภาพแผนที่ฐาน ดังภาพประกอบ 76 ถึง 78



ภาพประกอบ 76 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพประกอบ 77 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Mozilla Firefox และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพประกอบ 78 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Microsoft Edge และการแสดงผลชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ฐานในระบบวิเคราะห์ข้อมูล

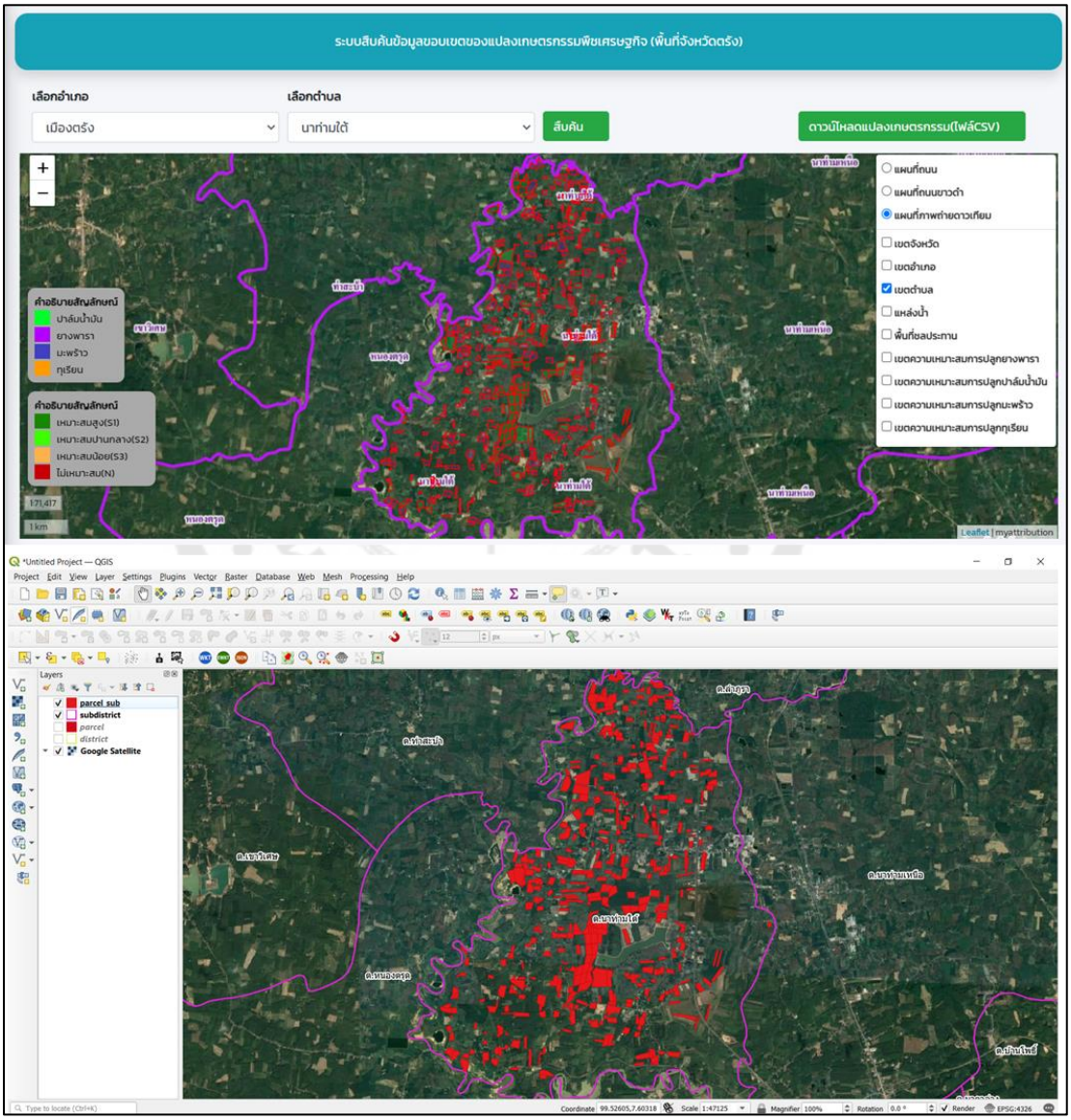
2.2 การทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชัน

เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีฟังก์ชันหลักจำนวน 2 ฟังก์ชัน ในการทดสอบได้นำผลลัพธ์ที่ได้จากหน้าเว็บมาเปรียบเทียบกับการผลลัพธ์จากโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS 3.16) ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ติดตั้งบนเดสก์ท็อปที่กรมส่งเสริมการเกษตรใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 ระบบที่พัฒนาขึ้นตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 5 ฟังก์ชันย่อย ดังตาราง 13

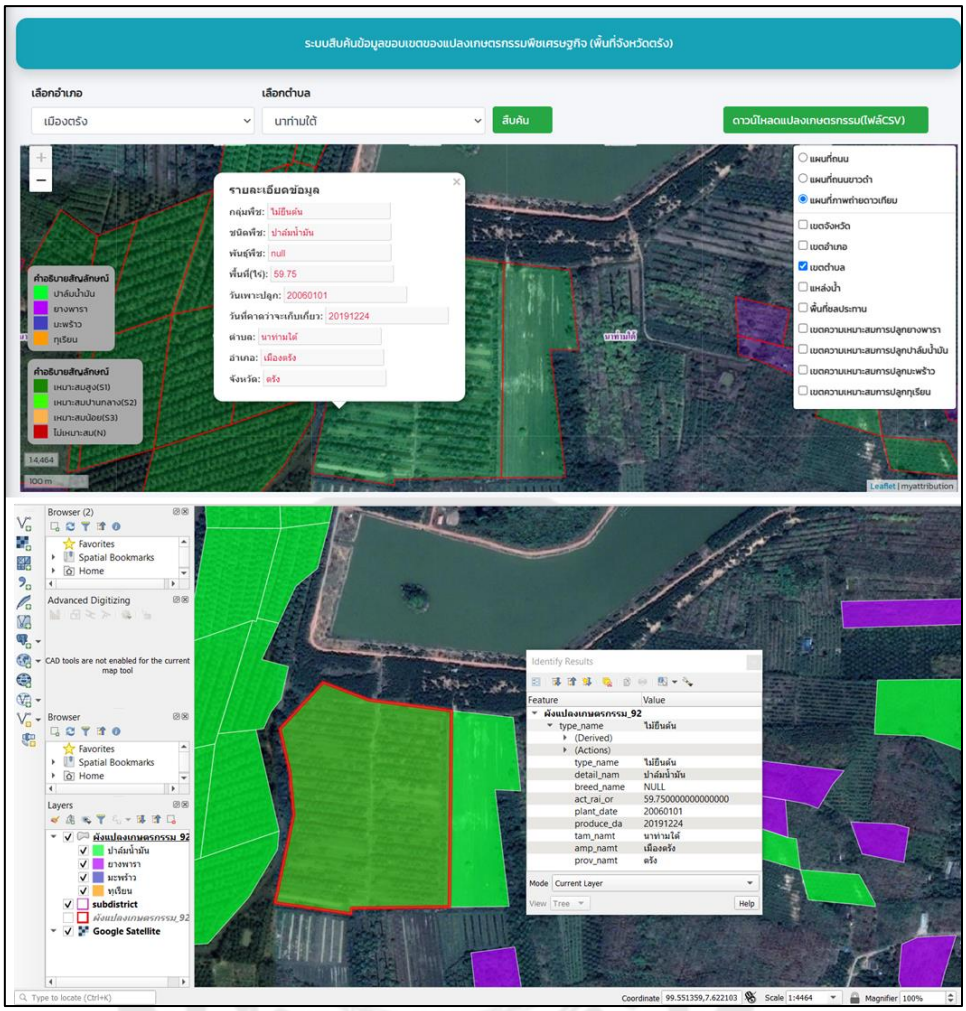
ตาราง 13 รายละเอียดการทดสอบความถูกต้องการทำงานของฟังก์ชันของระบบ

ระบบ	ฟังก์ชัน	การทดสอบ	ผลลัพธ์
ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ	1.การสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ	เปรียบเทียบตำแหน่งเชิงพื้นที่และรายละเอียดของข้อมูลบนหน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS และการแสดงแผนภูมิ	ฟังก์ชันถูกต้องและใช้งานได้
	2.การส่งออกข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ	ส่งออกข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจมาเปิดแสดงผลในโปรแกรม Quantum GIS	ฟังก์ชันถูกต้องและใช้งานได้
ระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ	3.การวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมรายแปลงรวมข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ	เปรียบเทียบตำแหน่งเชิงพื้นที่และรายละเอียดของข้อมูลบนหน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS และการแสดงแผนภูมิ	ฟังก์ชันถูกต้องและใช้งานได้
	4.การส่งออกผลการวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจรายแปลง	ส่งออกข้อมูลผลการวิเคราะห์มาเปิดแสดงผลในโปรแกรม Quantum GIS	ฟังก์ชันถูกต้องและใช้งานได้
	5.การเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากทั้งระบบและโปรแกรมจำนวน 5 พื้นที่แปลงเกษตรกรรม	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลบนหน้าเว็บกับเครื่องมือ Intersection ในโปรแกรม Quantum GIS	ฟังก์ชันถูกต้องและใช้งานได้

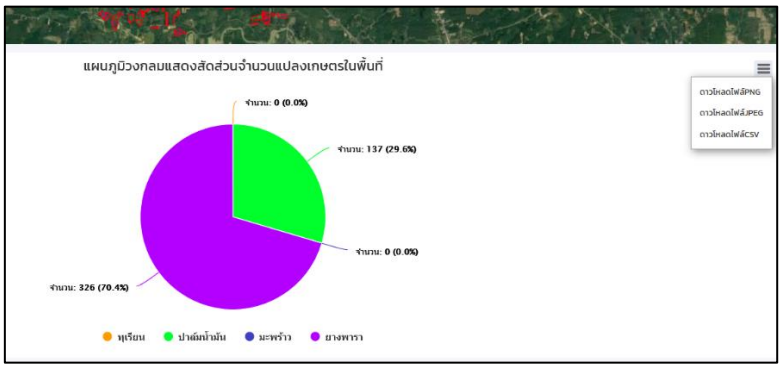
2.2.1 การสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ทำการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันที่พัฒนาขึ้นโดยการเลือกพื้นที่ที่ต้องการสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ แล้วคลิกสืบค้น ระบบจะซูมไปยังพื้นที่ผู้ใช้งานกำหนดพร้อมแสดงข้อมูลแปลงเกษตรกรรมและคลิกดูรายละเอียดของข้อมูลได้ เปรียบเทียบตำแหน่งเชิงพื้นที่และรายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากสืบค้นจากหน้าเว็บ และโปรแกรม Quantum GIS ดังภาพประกอบ 79 ถึง 81



ภาพประกอบ 79 การทดสอบฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมเปรียบเทียบตำแหน่งเชิงพื้นที่จากผลลัพธ์หน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS

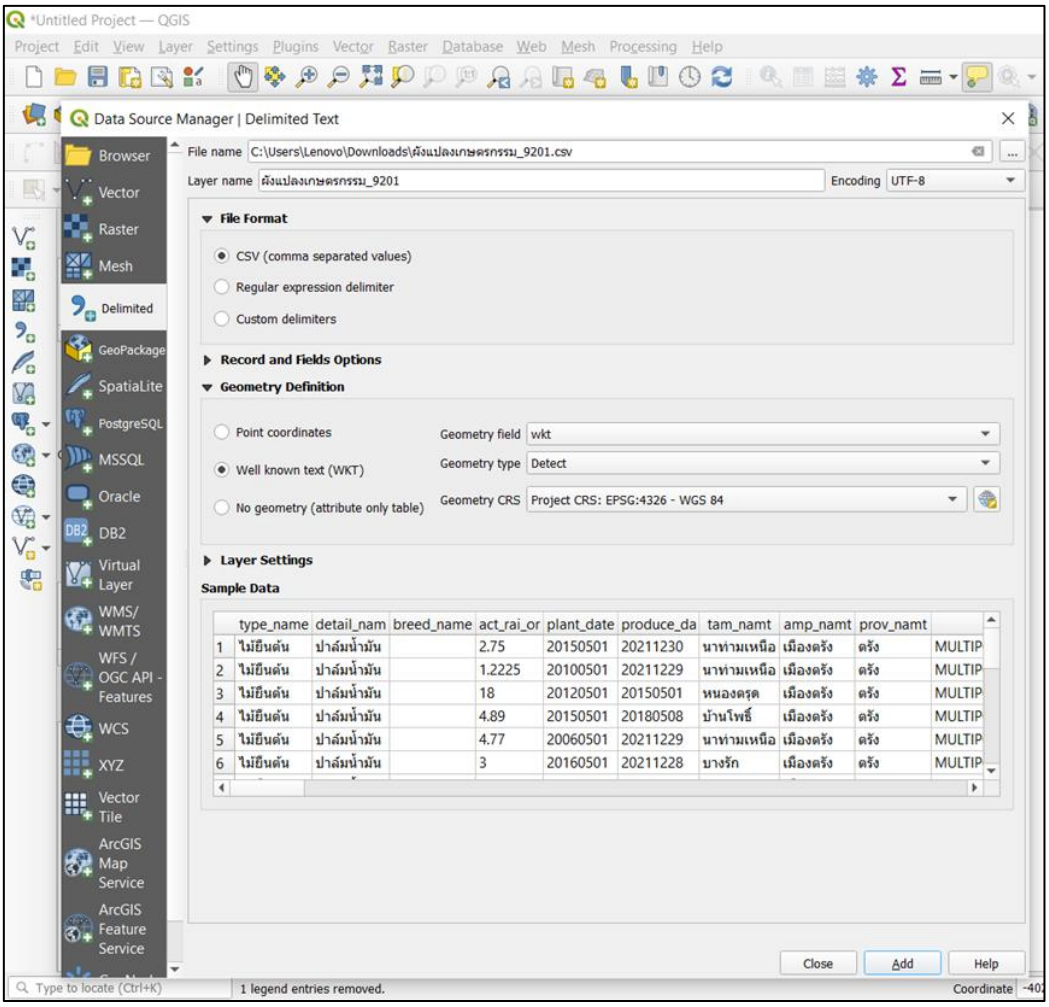


ภาพประกอบ 80 การทดสอบฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมเปรียบเทียบรายละเอียดของข้อมูลจากผลลัพธ์หน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS

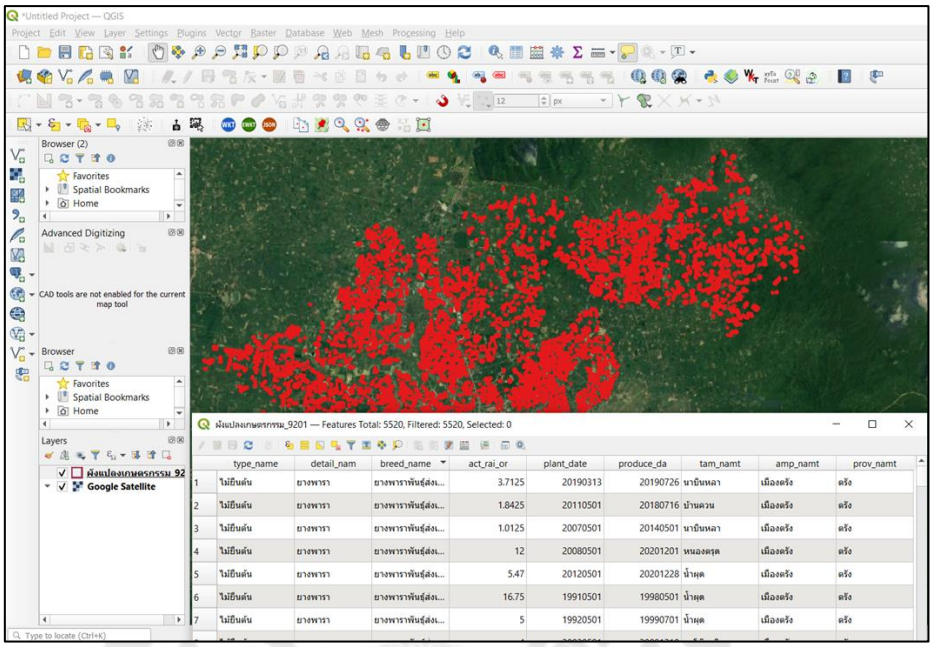


ภาพประกอบ 81 การทดสอบฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรมในการแสดงแผนภูมิ

2.2.2 การส่งออกข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ทำการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันที่พัฒนาขึ้นโดยการเลือกพื้นที่ที่ต้องการสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ แล้วคลิกสืบค้น ระบบจะซูมไปยังพื้นที่ผู้ใช้งานกำหนดพร้อมแสดงข้อมูลแปลงเกษตรกรรม จากนั้นส่งออกข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจในรูปแบบไฟล์ CSV มาเปิดแสดงผลในโปรแกรมโปรแกรม Quantum GIS ดังภาพประกอบ 82 และ 83



ภาพประกอบ 82 การนำข้อมูลไฟล์ CSV ที่ส่งออกจากระบบสืบค้นเข้าสู่โปรแกรม Quantum GIS

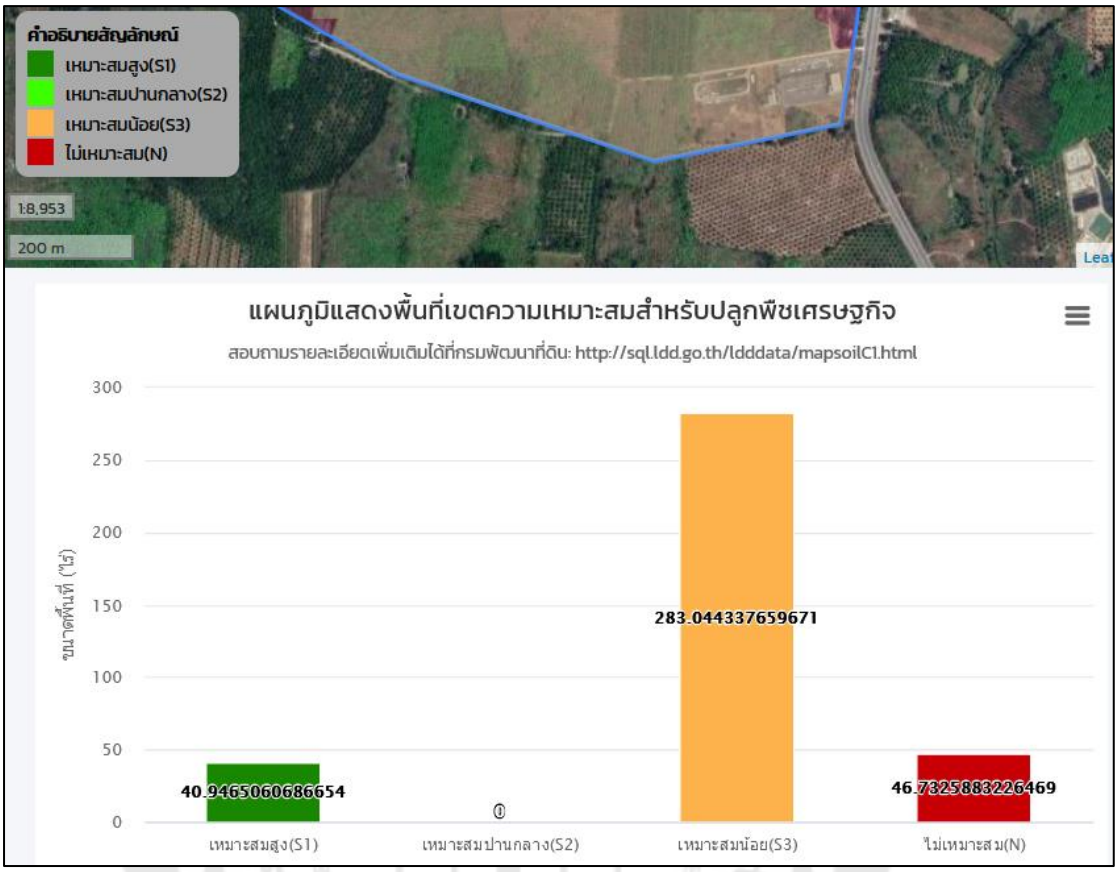


ภาพประกอบ 83 การแสดงข้อมูลไฟล์ CSV ที่ส่งออกจากระบบสืบค้นบนโปรแกรม Quantum GIS

2.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมรายแปลงรวมข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ ทำการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันที่พัฒนาขึ้น โดยการวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมผ่านระบบและเลือกชนิดพืชที่ต้องการ จากนั้นกดวิเคราะห์ข้อมูล ระบบจะแสดงผลลัพธ์ระดับความเหมาะสมในการปลูกพืชชนิดที่เลือกภายในแปลงนั้น พร้อมแสดงข้อมูลรายละเอียดระดับความเหมาะสมภายในแปลงเกษตรกรรม โดยเปรียบเทียบตำแหน่งเชิงพื้นที่และรายละเอียดของข้อมูลบนหน้าเว็บกับโปรโปรแกรม Quantum GIS ดังภาพประกอบ 84 ถึง 86

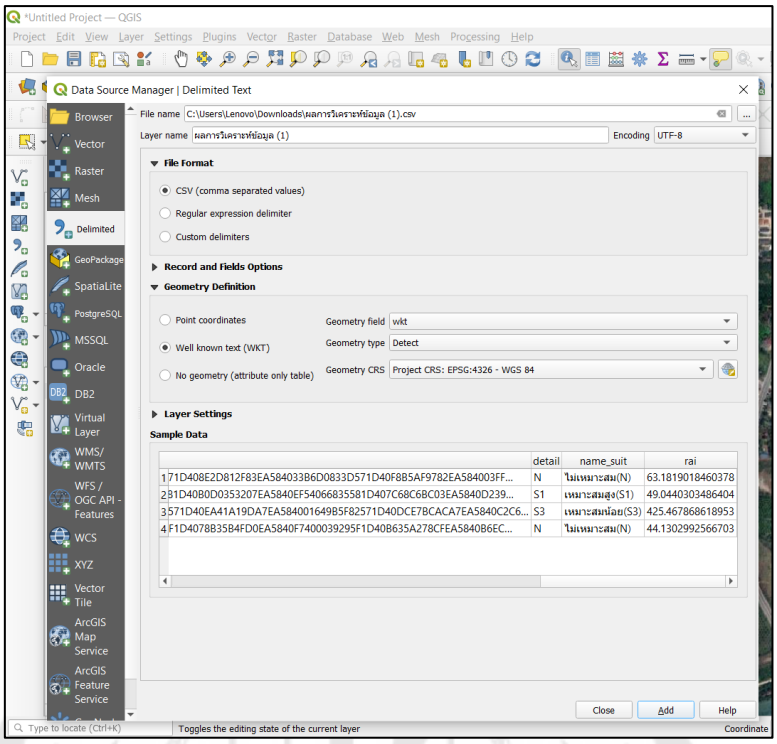
ภาพประกอบ 84 การทดสอบฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบตำแหน่งเชิงพื้นที่จากผลลัพธ์หน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS

ภาพประกอบ 85 การทดสอบฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบรายละเอียดของข้อมูลจากผลลัพธ์หน้าเว็บกับโปรแกรม Quantum GIS

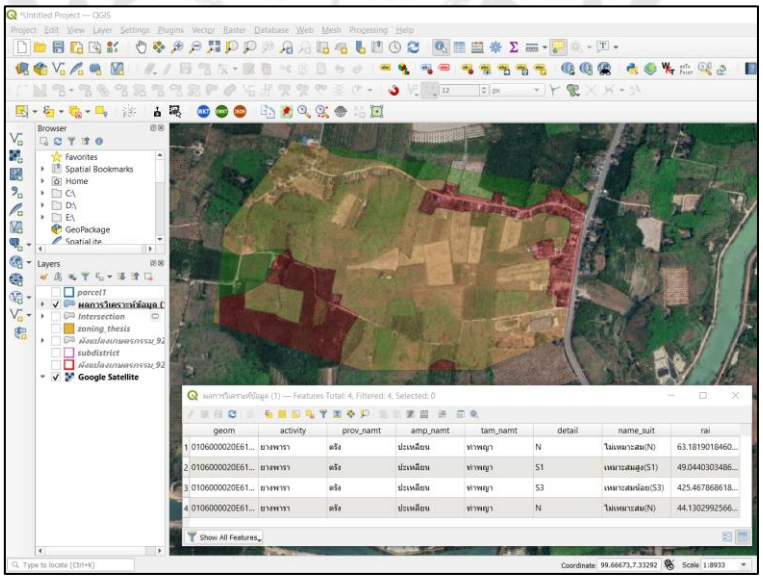


ภาพประกอบ 86 การทดสอบฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลในการแสดงแผนภูมิ

2.2.4 การส่งออกผลการวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจรายแปลง ทำการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันที่พัฒนาขึ้นโดยการส่งออกผลการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วคลิกดาวน์โหลดผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นระบบจะส่งออกข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจในรูปแบบไฟล์ CSV โดยนำมาเปิดแสดงผลในโปรแกรมโปรแกรม Quantum GIS ดังภาพประกอบ 87 และ 88



ภาพประกอบ 87 การนำข้อมูลไฟล์ CSV ที่ส่งออกจากระบบวิเคราะห์ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม Quantum GIS

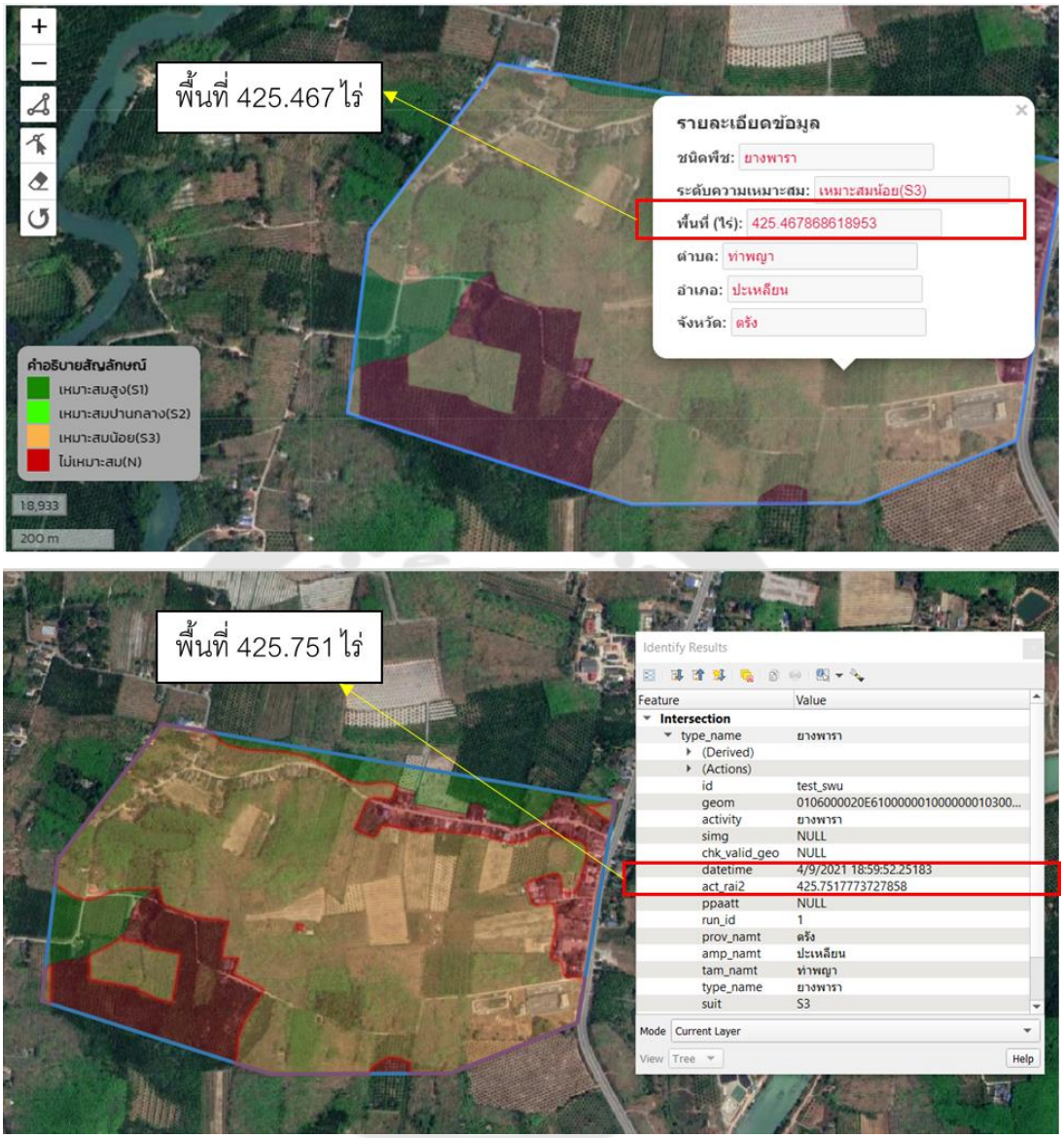


ภาพประกอบ 88 การแสดงข้อมูลไฟล์ CSV ที่ส่งออกจากระบบวิเคราะห์ข้อมูลบนโปรแกรม Quantum GIS

2.2.5 การเปรียบเทียบผลลัพธ์การแสดงข้อมูลความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่ได้จากทั้งระบบและโปรแกรมจำนวน 5 พื้นที่แปลงเกษตรกรรม ทำการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันที่พัฒนาขึ้นโดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลบนหน้าเว็บ กับผลการใช้เครื่องมือ Intersection ในโปรแกรม Quantum GIS โดยการคำนวณพื้นที่ความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ (ไร่) ดังตาราง 14 และภาพประกอบ 89

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบการคำนวณพื้นที่ความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ (ไร่) บนหน้าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ กับผลการใช้เครื่องมือ Intersection ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS 3.16)

แปลงที่	**การคำนวณพื้นที่ความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ (ไร่)**							
	ระดับความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ							
	S1		S2		S3		N	
	เว็บฯ ต้นแบบ	QGIS	**เว็บฯ ต้นแบบ**	QGIS	**เว็บฯ ต้นแบบ**	QGIS	**เว็บฯ ต้นแบบ**	QGIS
1	49.044	49.075	0	0	425.467	425.751	107.312	107.383
2	0	0	0	0	26.25	26.48	0	0
3	0	0	0.88	0.89	0	0	3.15	3.18
4	5.81	5.82	0	0	43.87	43.56	0	0
5	0	0	11.38	11.42	0	0	20.25	20.46



ภาพประกอบ 89 ตัวอย่างการเปรียบเทียบผลการแสดงข้อมูลจากเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ กับผลการแสดงข้อมูลในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS 3.16)

2.3 การเปรียบเทียบกระบวนการทำงานแบบเดิมกับกระบวนการทำงานที่ได้รับการพัฒนา

ทำการทดสอบการเปรียบเทียบระยะเวลาการดำเนินงานระหว่างกระบวนการทำงานแบบเดิมซึ่งทำงานด้วยโปรแกรม Quantum GIS และกระบวนการทำงานที่พัฒนาซึ่งทำงานบนเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียด ดังตาราง 15

ตาราง 15 การเปรียบเทียบกระบวนการทำงานแบบเดิมและกระบวนการทำงานแบบใหม่

รายละเอียด	**กระบวนการทำงานแบบเดิมซึ่งทำงานด้วยโปรแกรม Quantum GIS**	**กระบวนการทำงานแบบใหม่ที่ทำงานบนเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ**
1. ระยะเวลาในการร้องขอข้อมูลเมื่อผู้ใช้งานไม่สามารถใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ติดตั้งบนเดสก์ท็อปได้	30 นาที	-
2. ระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูลแปลงเกษตรกรรม		
2.1 ระยะเวลาการรวบรวมข้อมูล	30 นาที	-
2.2 ระยะเวลาการนำเข้าข้อมูล	20 นาที	-
2.3 ระยะเวลาการสืบค้นขอบเขตแปลงเกษตรกรรมระดับอำเภอ	5 นาที	15 วินาที
2.4 ระยะเวลาการสืบค้นขอบเขตแปลงเกษตรกรรมระดับตำบล	5 นาที	30 วินาที
3. ระยะเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลความเหมาะในการปลูกพืชเศรษฐกิจ		
3.1 ระยะเวลาการรวบรวมข้อมูล	30 นาที	-
3.2 ระยะเวลาการนำเข้าข้อมูล	30 นาที	-
3.3 ระยะเวลาการสร้างขอบเขตแปลงเกษตรกรรม	10 นาที	ไม่เกิน 3 วินาที
3.4 ระยะเวลาการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการซ้อนทับ (Overlay)	10 นาที	3-5 วินาที
4.ระยะเวลาภาพรวมทั้งกระบวนการทำงาน	30 นาที	20 วินาที

3. การประเมินความพึงพอใจของระบบ

ทำการประเมินผลเพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ ซึ่งจะทำการประเมินผลจากผู้ใช้งานต่อเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ ดังนี้

1.เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร โดยเป็นบุคลากรที่เกี่ยวข้องในงานด้านการส่งเสริมการเกษตร

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบจากกรมส่งเสริมการเกษตร โดยเป็นบุคลากรที่เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบและทำงานอยู่ในหน่วยงานด้านการส่งเสริมการเกษตร

3. เกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตร

โดยใช้การประเมินผลดังนี้

1. ด้านความสวยงาม ทันสมัย น่าสนใจของหน้าเว็บ
2. ความสะดวกในการใช้งาน ใช้งานได้ง่าย
3. การวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องครบถ้วน
4. ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ
5. การนำไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงานและสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้
6. ความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบในภาพรวม

โดยใช้เกณฑ์ในการประเมิน 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง และมีเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบจากผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร และเกษตรกรหรือผู้ใช้งานทั่วไป (user) โดยพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ทดสอบจากทั้ง 3 กลุ่มซึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงจะยอมรับว่าเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบมีประสิทธิภาพ และความพึงพอใจในการใช้งาน

การประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบจากกรมส่งเสริมการเกษตร จำนวน 5 คน และเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตร จำนวน 10 คน รวมทั้งหมด 20 คน โดยสามารถสรุปการวัดผลการประเมินได้ออกเป็น 6 ด้าน ดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ

เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ	เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร		ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ		เกษตรกร		ภาพรวม	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความสวยงามทันสมัย น่าสนใจของหน้าเว็บ	4.85	ดีมาก	4.77	ดีมาก	4.92	ดีมาก	4.85	**ดีมาก**
2. ความสะดวกในการใช้งาน ใช้งานได้ง่าย	4.23	ดี	4.54	ดีมาก	4.92	ดีมาก	4.56	**ดีมาก**
3. การวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องครบถ้วน	4.83	ดีมาก	4.94	ดีมาก	4.65	ดีมาก	4.81	**ดีมาก**
4. ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ	4.15	ดี	3.57	ดี	4.65	ดีมาก	4.12	**ดี**
5. การนำไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงานและสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้	4.82	ดีมาก	4.75	ดีมาก	4.97	ดีมาก	4.85	**ดีมาก**
6. ความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบในภาพรวม	4.62	ดีมาก	4.34	ดี	4.72	ดีมาก	4.56	**ดีมาก**
รวม	**4.58**	**ดีมาก**	**4.49**	**ดี**	**4.81**	**ดีมาก**	4.62	**ดีมาก**

ผลการประเมินความพึงพอใจ พบว่า ผู้ประเมินมีความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในระดับดีมาก ได้แก่ ด้านความสวยงาม ทันสมัย น่าสนใจของหน้าเว็บ เรื่องความสะดวกในการใช้งาน สามารถใช้งานได้ง่าย การนำไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงาน และความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบในภาพรวม ส่วนรายการที่ได้รับความพึงพอใจในระดับดี ได้แก่ ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ สรุปค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมมีค่าเท่ากับ 4.62 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้พัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดตรัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และเพื่อพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยสามารถสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. สรุปผลงานวิจัย

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดตรัง มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

การศึกษาข้อมูลสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบ วิเคราะห์ความต้องการของระบบและออกแบบระบบ โดยใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิดในการพัฒนาระบบเพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจให้เหมาะสมกับพื้นที่ ออกแบบระบบให้มีความสอดคล้องกับความต้องการ โดยออกแบบส่วนต่าง ๆ ได้แก่ กรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบ สถาปัตยกรรมของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ โครงสร้างการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ การออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ และการออกแบบฟังก์ชันการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการของระบบที่กำหนด และวางรูปแบบให้ง่ายต่อการพัฒนา จากนั้นออกแบบฐานข้อมูล กำหนดคุณสมบัติของตาราง และสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของตารางข้อมูล

การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนผู้ใช้งาน (client) ส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) ส่วนเซิร์ฟเวอร์แผนที่ (map server) และส่วนฐานข้อมูล (database server) โดยส่วนผู้ใช้งาน (client) เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งเรียกใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ เช่น Mozilla Firefox, Google Chrome, Microsoft Edge เป็นต้น เพื่อส่งคำร้องขอข้อมูลผ่าน HTTP ไปยังส่วนที่ 2 คือ ส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) ที่ทำหน้าที่ให้บริการ ประมวลผลข้อมูลในรูปแบบการส่งข้อมูลในลักษณะ Representational State Transfer API ซึ่งเป็นรูปแบบการส่งข้อมูลระหว่าง Server กับ Client รูปแบบหนึ่งซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ HTTP Protocol เป็นการสร้าง Web Service เพื่อแลกเปลี่ยน

ข้อมูลกันผ่านเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ Express ซึ่งสร้างบนพื้นฐานของ Node.js โดยการนำ Node.js มาทำเป็น Framework เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และแสดงข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ส่วนที่ 3 คือการจัดการคำร้องขอของผู้ใช้งานไปยังส่วนเซิร์ฟเวอร์แผนที่ (map server) ซึ่งเป็นส่วนสร้างภาพแผนที่โดยใช้ซอฟต์แวร์ GeoServer เพื่อส่งคำร้องขอข้อมูลผ่าน HTTP ไปแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ และทั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) และเซิร์ฟเวอร์แผนที่ (map server) จะเชื่อมต่อกับส่วนที่ 4 คือ ส่วนฐานข้อมูล (database server) ซึ่งเป็นส่วนที่จัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบโดยใช้ซอฟต์แวร์ PostgreSQL และ PostGIS รวมทั้งใช้ Node.js ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่เขียนด้วย ภาษา JavaScript สำหรับเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) เพื่อเปิดการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ และในการติดต่อและเข้าถึงฐานข้อมูลที่จัดเก็บในระบบจะใช้ภาษา Structured Query Language (SQL) ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล มีผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ 2 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้ระบบ

การพัฒนาระบบ ผู้วิจัยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาระบบ ดังนี้ ภาษา HTML และ CSS ในการสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันและตกแต่งความสวยงามของเว็บแอปพลิเคชัน และภาษา JavaScript โดยการใช้จาวาสคริปต์ไลบรารี่ (JavaScript library) ต่างๆ ได้แก่ การใช้ jQuery ในการลดความซับซ้อนของโค้ดจาวาสคริปต์ที่มีขนาดใหญ่ รวมถึงการใช้ Ajax ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเว็บเบราว์เซอร์และเซิร์ฟเวอร์ ส่วนการแสดงผลด้านแผนที่ใช้ Leaflet ซึ่งเป็นจาวาสคริปต์ไลบรารี่แบบ Open source สำหรับการพัฒนาแผนที่บนระบบอินเทอร์เน็ตเชิงโต้ตอบ สามารถเรียกใช้งานใช้เลเยอร์ต่างๆ ได้แก่ การเรียกใช้งาน Web Map Service (WMS) จากโปรแกรม GeoServer และGEOJSON ในรูปแบบWeb Service ที่ถูกจัดทำในลักษณะ REST API โดยเรียกใช้ผ่านทาง HTTP Method POST จากฝั่งเซิร์ฟเวอร์มาแสดงผลบนแผนที่ออนไลน์ นอกจากนี้ Leaflet ยังมี Library ในการสร้างรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ นอกจากนี้ยังใช้ Highcharts ซึ่งเป็นจาวาสคริปต์ไลบรารี่สำหรับสร้างกราฟบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลในเชิงสถิติได้ โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้หน้าจอสามารถแสดงผลการใช้งานได้ในรูปแบบที่หลากหลาย รองรับการแสดงผลบน Desktop และ Tablet โดยการใช้ Bootstrap 4 ซึ่งเป็น Front-end Framework ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ส่วนการแสดงผลกับผู้ใช้งาน โดยการออกแบบให้อยู่ในรูปแบบของ Responsive Website ที่จะทำให้เว็บไซต์สามารถแสดงผลได้อย่างเหมาะสมบนอุปกรณ์ที่แตกต่างกันในการแสดงผลข้อมูลและติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนตามวัตุประสงค์ ดังนี้

1. การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถค้นหาขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ โดยสามารถค้นหาในระดับอำเภอและตำบล เพื่อรายงานผลบนแผนที่และแสดงรายละเอียดรายแปลงในรูปแบบของข้อความ และแผนภูมิแสดงสัดส่วนของจำนวนแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิดพร้อมเปิดปิดชั้นข้อมูล เชิงพื้นที่ด้านการเกษตร ซ้อนทับเพื่อในการวางแผนประกอบการการตัดสินใจได้

2. การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ พบว่า ระบบที่พัฒนาสามารถวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมเพื่อการวิเคราะห์ซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจเพื่อรายงานผลบนแผนที่และแสดงรายละเอียดรายแปลงในรูปแบบของข้อความและแผนภูมิ เพื่อเป็นข้อมูลในการสนับสนุนการตัดสินใจในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจได้

การทดสอบระบบเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การทดสอบการทำงานในส่วนแสดงผลแผนที่ การทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันต่างๆ และการเปรียบเทียบกระบวนการทำงานแบบเดิมกับกระบวนการทำงานแบบใหม่ ในส่วนแสดงผลแผนที่ได้มีการทดสอบความครบถ้วนในการแสดงผลของชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ทุกชั้นข้อมูล ทดสอบความถูกต้องทางตำแหน่งของข้อมูลกับแผนที่ฐาน ส่วนการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันทั้ง 5 ฟังก์ชัน ในการทดสอบได้นำผลลัพธ์ที่ได้จากหน้าเว็บมาเปรียบเทียบกับการผลลัพธ์กับโปรแกรม QGIS 3.16 ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ติดตั้งบนเดสก์ท็อปที่กรมส่งเสริมการเกษตรใช้อยู่ในปัจจุบัน ผลการทดสอบระบบ พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้ดี ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้งานระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ต่างๆ ได้ คือ Google Chrome Mozilla Firefox และ Microsoft Edge สามารถใช้งานได้ตามความต้องการทั้งการสืบค้น และการวิเคราะห์ข้อมูล การเปรียบเทียบระยะเวลาการดำเนินงานระหว่างกระบวนการทำงานแบบเดิม ซึ่งทำงานด้วยโปรแกรม QGIS และกระบวนการทำงานแบบใหม่ซึ่งทำงานบนเว็บที่พัฒนาขึ้น แสดงให้เห็นความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล ช่วยลดขั้นตอนในการทำงาน อีกทั้งผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญทางด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การประเมินความพึงพอใจ พบว่า ผู้ประเมินมีความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมในระดับดีมาก ได้แก่ ด้านความสวยงาม ทันสมัย น่าสนใจของหน้าเว็บ เรื่องความสะดวกในการใช้งาน สามารถใช้งานได้ง่าย การนำไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงาน และ ความพึงพอใจเว็บ

แอปพลิเคชันต้นแบบในภาพรวม ส่วนรายการที่ได้รับความพึงพอใจในระดับดี ได้แก่ ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ สรุปค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมมีค่าเท่ากับ 4.62 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

เว็บแอปพลิเคชันต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้โดยง่าย โดยที่ผู้ใช้งานไม่ต้องมีความเชี่ยวชาญทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และช่วยให้เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร รวมถึงเกษตรกร และผู้ใช้งานทั่วไปสามารถตรวจสอบความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกพืชเศรษฐกิจ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้ โดยในส่วนของเกษตรกรและผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้ดูแนวโน้มการการปลูกพืชและความหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจได้ ส่วนเจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตรสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในการวางแผนส่งเสริม และวางนโนบายเสนอต่อผู้บริหารในการวางแผนการจัดการทรัพยากรเพื่อการส่งเสริมด้านเกษตรต่อไป

2. ข้อจำกัดของงานวิจัย

(1) เว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ สามารถทำงานได้เมื่อมีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเท่านั้น เนื่องจากมีการเรียกใช้ libraries ผ่านอินเทอร์เน็ต และมีการเรียกแสดงแผนที่ฐานจากการใช้คำสั่ง API เชื่อมต่อกับเว็บไซต์ผู้ให้บริการ

(2) ข้อมูลที่แสดงผลบนระบบจะต้องมีการอัพเดทข้อมูลให้มีความถูกต้อง และทันสมัย โดยเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ผู้แลเท่านั้น

3. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม ที่พัฒนาขึ้นนี้ยังสามารถพัฒนาเครื่องมือต่างๆ เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับระบบ และเป็นประโยชน์กับการบริหารจัดการทรัพยากรด้านเกษตรได้ดีมากยิ่งขึ้น โดยสามารถนำไปพัฒนาต่อได้ ดังนี้

(1) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการพัฒนาต่อยอดระบบให้มีการใช้งานครอบคลุมพื้นที่อื่นๆ

(2) ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบเพื่อผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่แม่นยำ เช่น ข้อมูลเขตความเหมาะสมการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน

(3) สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นแอปพลิเคชัน เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางด้านใช้งาน เช่น การพัฒนา Mobile Application เป็นต้น

(4) สามารถเพิ่มข้อมูลและฟังก์ชันการใช้งานให้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น การเพิ่มชนิดของพืชเศษฐกิจ หรือการพัฒนาฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบอื่น ๆ ที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เช่น Buffer Union Difference SymDifference เป็นต้น

(5) พัฒนาให้สามารถจัดทำเป็นแผนที่ ให้ผู้ใช้งานสามารถออกแบบ จัดวางองค์ประกอบได้เอง เพื่อนำไปใช้เป็นเอกสารประกอบการจัดทำรายงานได้

บรรณานุกรม

Arnon Puitrakul. (2016). *REST API by Httpful*. Retrieved from https://arnondora.in.th/dev-tip-rest-api-in-php-httpful/

Consulting Center Geographic Information Systems. (2008). *Introduction to Spatial Data Management with Postgis*.

dailytech. (2019). *Web Application*. Retrieved from https://www.dailytech.in.th/web-application-%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B9%87%E0%B8%9A-%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%9E%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%8A%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%99/

Fu P. and Sun J. (2011). *Web GIS principles and applications*. United States of America: ESRI Press.

Leafletjs. (2021). *Leaflet Tutorials*. Retrieved from https://leafletjs.com/examples.html

mindphp. (2019). *OpenSource*. Retrieved from https://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD/73-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/2091-opensource-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html

Sakul Montha. (2019). *REST and RESTful API*. Retrieved from https://iamgique.medium.com/restful-api-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-rest-api-%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%99%E0%B8%B0%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%A2%E0%B8%B1%E0%B8%87-2c70c42990e3

w3schools. (2021). *Node.js Introduction*. Retrieved from https://www.w3schools.com/nodejs/nodejs_intro.asp

Zhai, Z. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. 170.

กรมพัฒนาที่ดิน. (2558). การบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (*Zoning*). สืบค้นจาก http: webapp.ldd.go.th/lpd/zoning.php

กรมพัฒนาที่ดิน. (2563). การใช้ที่ดินรายจังหวัด. สืบค้นจาก http://www1.ldd.go.th/WEB_OLP/Lu_63/Lu63_S/TRG2563.htm

กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด สำนักงานจังหวัดตรัง. (2563). แผนพัฒนาจังหวัดตรัง พ.ศ. 2561 – 2565. สืบค้นจาก https://www2.trang.psu.ac.th/planform/7-2.pdf

ขัตติยะ พรหมวาส. (2560). การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืช. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จีรศักดิ์ พุ่มเจริญ, กมลวรรณ แดงสุข, และ พลอยวัฒนาวงศ์, ล. (2562). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการวางแผนการเกษตร. วารสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา), 19(2).

ชลาวัล วรรณทอง และคณะ. (2558, มกราคม - ธันวาคม). การจัดการแหล่งท่องเที่ยว ของจังหวัดบุรีรัมย์ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ. รยมสาร, 13(1), 176 - 189.

ณัฐพล แสนคำ. (2563). วิธีการใช้งาน *Visual Studio Code*. สืบค้นจาก http://cs.bru.ac.th/%E0%B8%AA%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89-visual-studio-code-2/

ทวีศักดิ์ นาคม่วง. (2547). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems). สืบค้นจาก http://www.sirikitdam.egat.com/WEB_MIS/107/index.html

นันทวัฒน์ ไชยรัตน์. (2560). พื้นฐาน CSS. สืบค้นจาก https://www.hellomyweb.com/course/CSS/css_introduction/

นรเทพ ศักดิ์เพชร และคณะ. (2559, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเชิงพื้นที่เพื่อสนับสนุนการเตือนภัยพิบัติน้ำท่วม เมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 11(2), 102 - 116.

ประชา พฤกษ์ประเสริฐ. (2550). สร้างเว็บและเพิ่มลูกเล่นด้วย *HTML&XHTML* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ.

ภาณุวัฒน์ อังคสุรักษ์. (2554). การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สารสนเทศออนไลน์สำหรับการวางแผนการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วราภรณ์ เพชรปฐมชล. (2561). การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลการจัดการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิเศษ เสนาวงษ์. (2562). การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการใช้ที่ดินโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร. (2558). รู้จัก Open Source License. สืบค้นจาก http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008/system_file/-t1425358695.pdf

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตรัง. (2556). สำรวจและวิเคราะห์ระบบการผลิตพืชภายใต้ระบบเกษตรตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงในจังหวัดตรัง.

สมบูรณ์ พัฒน์ธีรพงศ์. (2554). *JavaScript Programming Guide*. กรุงเทพฯ: คอนเทนตบ์ลูพับลิชชิ่ง: บริษัท เอ็น. วาย. ฟิล์ม จำกัด.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2551). การเผยแพร่ข้อมูลภูมิสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต.

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). เนื้อที่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร. สืบค้นจาก http://www.oae.go.th/view/1/

สิทธิชัย ชูสำโรง. (2559). การจัดการฐานข้อมูลและฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ [เอกสารประกอบการสอน]. ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุทัศน์ รงรอง. (2560). วิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตร. สืบค้นจาก https://medium.com/dointhai/

สุวรรณี อัศวกุลชัย. (2554). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการขับเคลื่อนระบบขนส่งไทย. สืบค้นจาก http://logistics.go.th/index.php/th/news-information/2013-03-24-17-15-63/874-1-gujranwala-21

โสภาวดี โชติกลาง. (2558). การพัฒนา WEB MAP SERVICES เพื่อเผยแพร่ข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก : กรณีศึกษาจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา., ชลบุรี.

หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบจัดการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2555). คู่มือการใช้งานโปรแกรม *Quantum GIS*: ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกชัย กกแก้ว และคณะ. (2559). เว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อบูรณาการข้อมูลการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ตโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. Paper presented at the Geoinfotech2016, Bangkok, Thailand.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

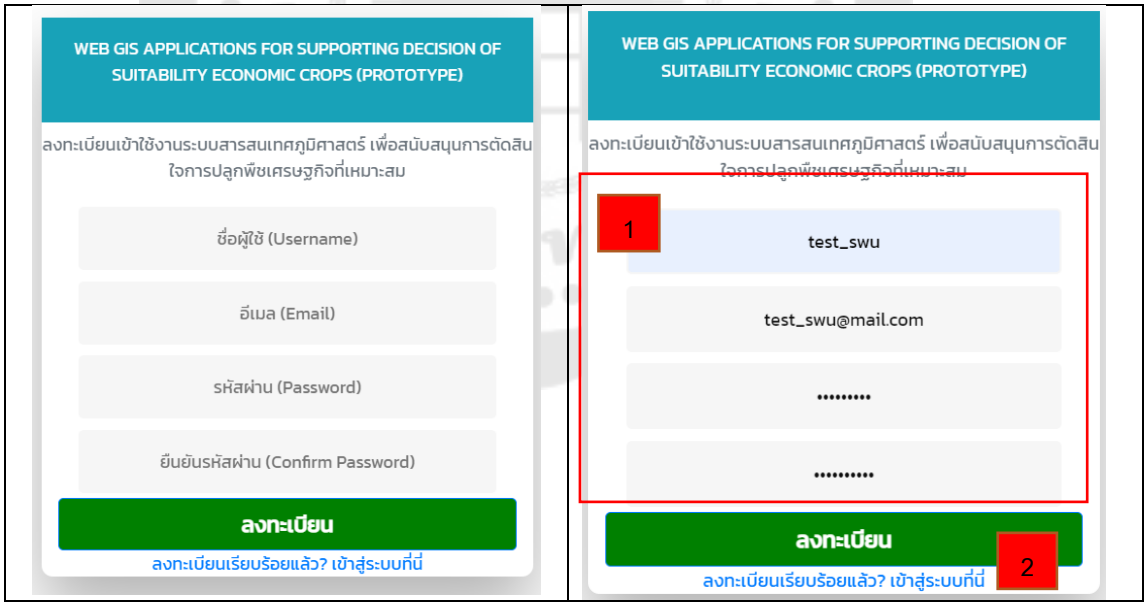
คู่มือการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ

การเข้าใช้งานระบบ ผู้ใช้งานสามารถสมัครและเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้ โดยการพัฒนาระบบในครั้งนี้มี 2 เมนูหลัก คือ ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ และระบบวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมเพื่อการวิเคราะห์ซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ การแสดงผลการใช้งานประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. การสมัครเข้าใช้งานระบบ (Register page) เป็นการให้ผู้ใช้งานทำการกรอกข้อมูลชื่อผู้ใช้ อีเมลรหัสผ่าน เพื่อลงทะเบียนเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ

1.1 กรอกข้อมูลชื่อผู้ใช้ อีเมล รหัสผ่าน แล้วกดปุ่มลงทะเบียน

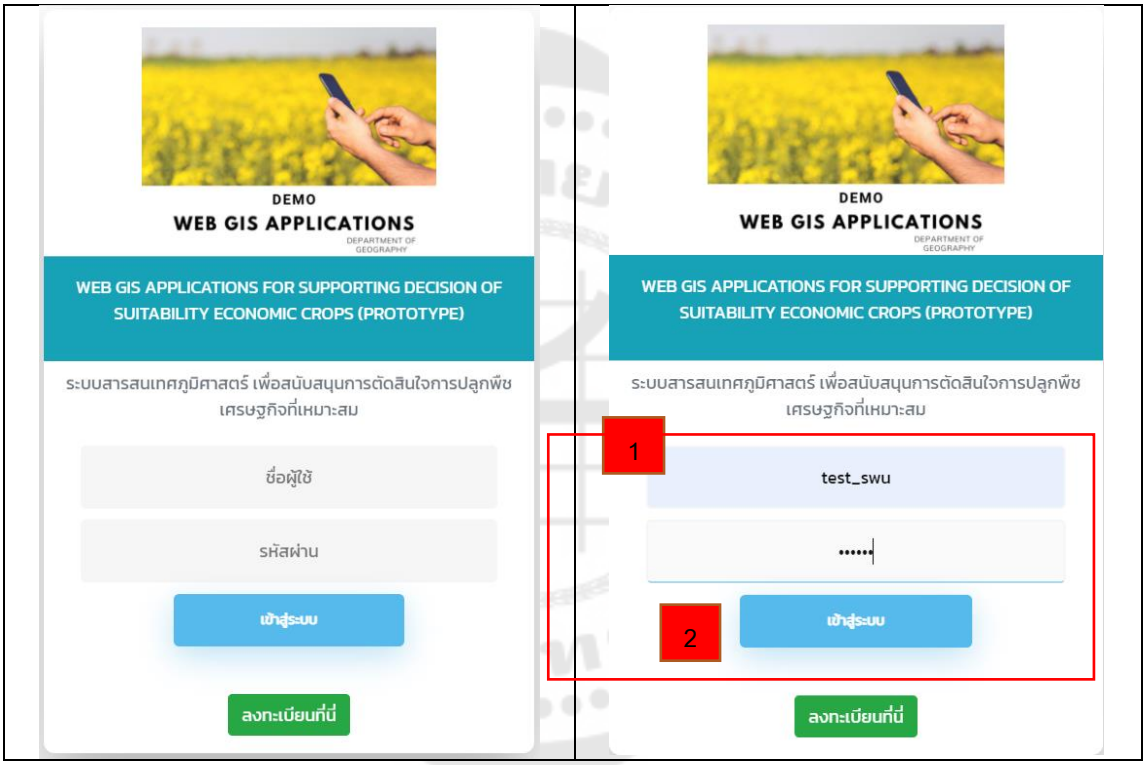
1.2 เมื่อลงทะเบียนเรียบร้อยแล้วให้ คลิกที่ เข้าสู่ระบบที่นี่



2. การเข้าใช้งานระบบ (Login page) เป็นการให้ผู้ใช้งานทำการกรอกข้อมูลชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้เพื่อเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ

2.1 กรอกข้อมูลชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน

2.2 เมื่อกรอกข้อมูลชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน เรียบร้อยแล้วให้กดปุ่มเข้าสู่ระบบ



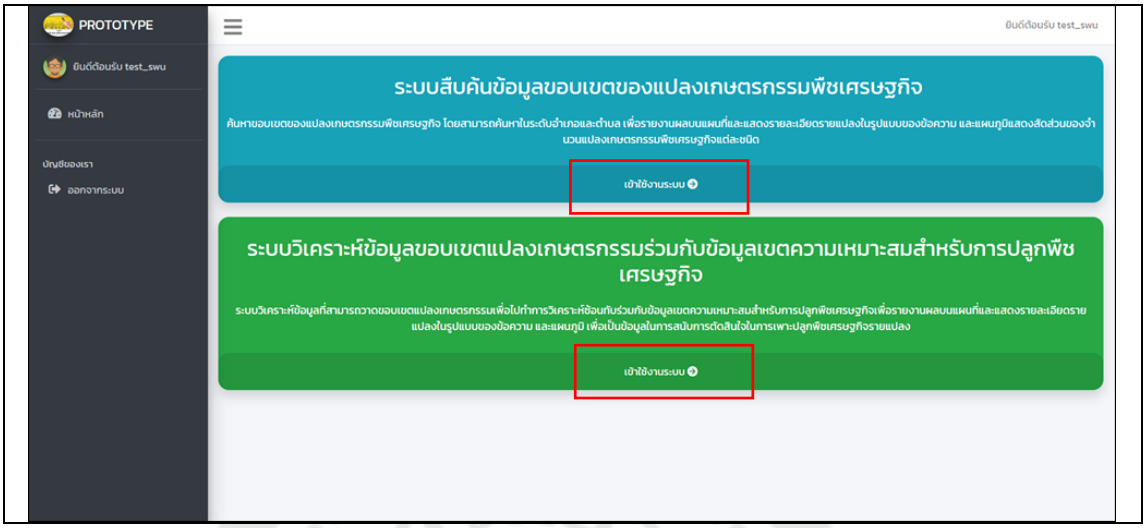
3. เมื่อเข้าใช้งานระบบแล้วจะเข้าสู่ หน้าหลัก (Main page) เป็นหน้าเว็บเพจที่แสดงเมนูฟังก์ชันหลักของเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ ดังนี้

3.1 ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

ในระบบสืบค้นข้อมูลผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจได้ โดยการเลือกสืบค้นในระดับตำบลและอำเภอตามเงื่อนไขที่ต้องการสืบค้น และสามารถคลิกดูข้อมูลเชิงคุณลักษณะได้ เพื่อดูแนวโน้มการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ รวมทั้งเปิดชั้นข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจซ้อนทับ และชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ เพื่อดูภาพรวมความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ และยังแสดงข้อมูลเชิงสถิติในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนแปลงเกษตรกรรมในพื้นที่ พร้อมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Value (CSV) ออกไปใช้งานได้ หากต้องการเข้าใช้งานระบบให้กดปุ่ม เข้าใช้งานระบบ

3.2 ระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

ในระบบวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถระบุพิกัดภูมิศาสตร์เพื่อทำการแสดงผลไปยังพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นใช้เครื่องมือวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมบนแผนที่ออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน แล้วทำการเลือกชนิดพืชที่จะทำการวิเคราะห์ พร้อมทั้งระบุชนิดของพืชเศรษฐกิจที่ต้องการทราบความเหมาะสมในการเพาะปลูก ระบบจะทำการส่งข้อมูลแปลงเกษตรกรรมไปวิเคราะห์ซ้อนทับร่วมกับข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดนั้น และแสดงผลลัพธ์เป็นพื้นที่ระดับความเหมาะสมบนแผนที่ รวมทั้งแผนภูมิสัดส่วนพื้นที่ในแต่ระดับความเหมาะสมพร้อมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Value (CSV) ออกไปใช้งานได้ สามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมได้ หากต้องการเข้าใช้งานระบบให้กดปุ่ม เข้าใช้งานระบบ



4. <u>ระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ</u> เมื่อกดปุ่มเข้าใช้งานระบบแล้วจะเข้าสู่หน้าเว็บเพจระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ โดยส่วนต่างๆ ของระบบมีดังนี้

4.1 ส่วนแสดงชื่อบัญชีผู้ใช้งาน ย้อนกลับไปหน้าหลัก (Main page) และ ออกจากระบบ

4.2 ส่วนแสดงชื่อระบบสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

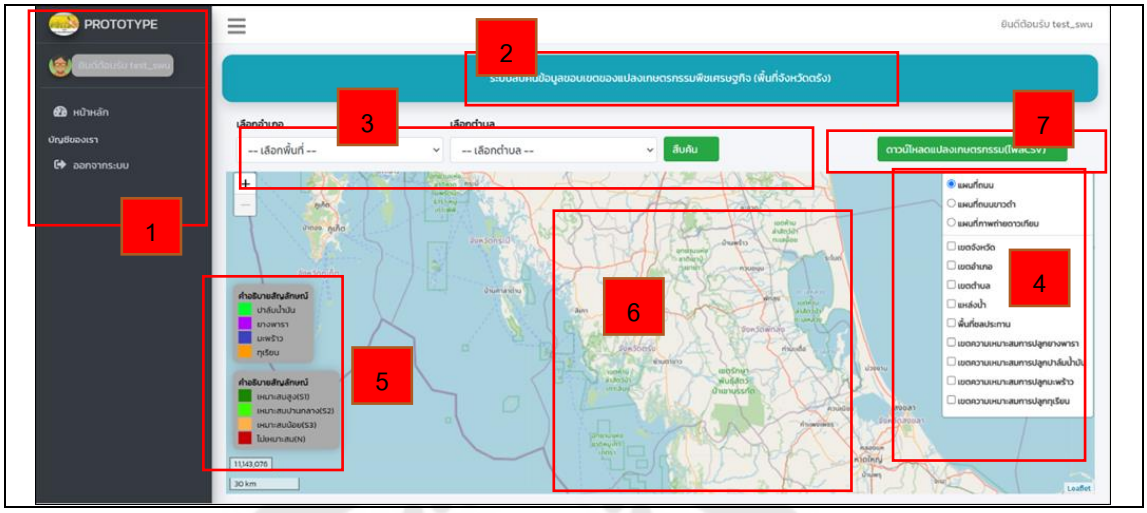
4.3 ส่วนแสดงการกำหนดเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ

4.4 ส่วนแสดงแผนที่ฐาน และชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ ได้แก่ เขตการปกครอง (จังหวัด อำเภอ ตำบล) แหล่งน้ำ เขตชลประทาน และเขตความเหมาะสมการปลูกพืชชนิดต่างๆ

4.5 ส่วนแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ของข้อมูลที่แสดงผลบนแผนที่

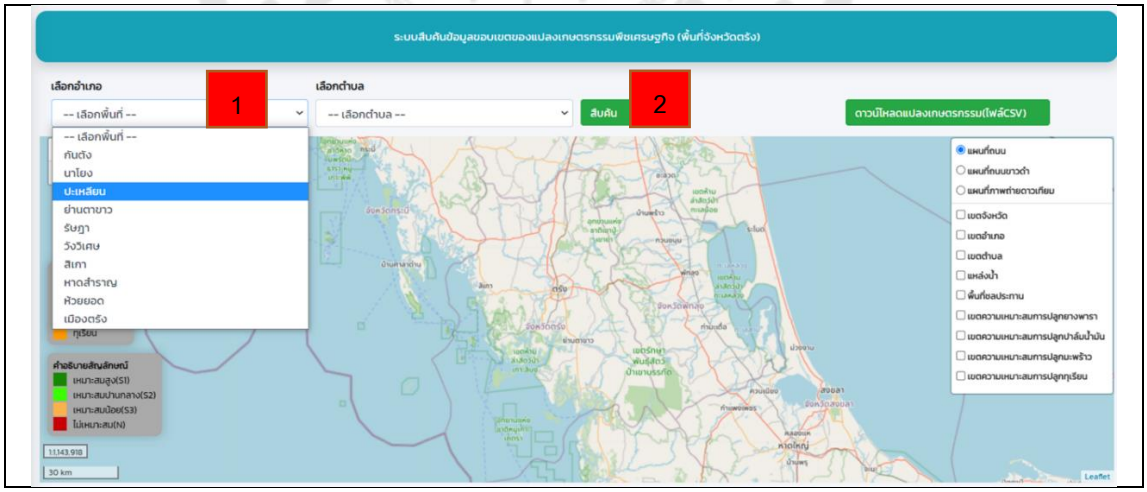
4.6 ส่วนแสดงผลข้อมูลแผนที่

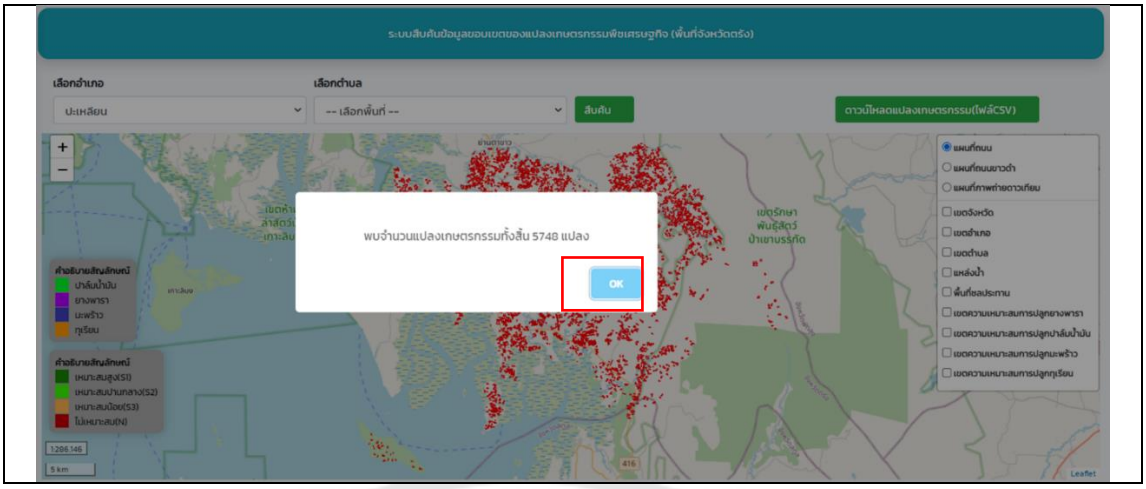
4.7 ส่วนดาวน์โหลดข้อมูลแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ



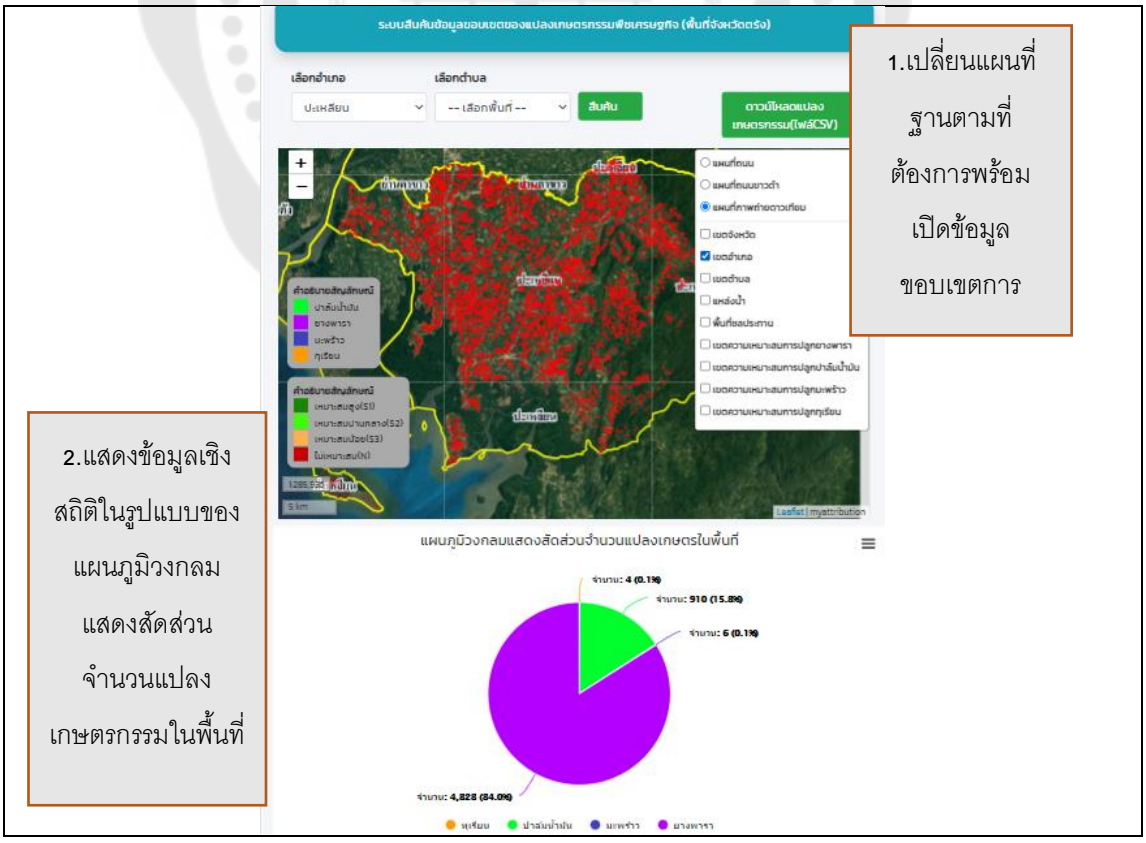
โดยผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจได้ โดยการเลือกสืบค้นในระดับตำบลและอำเภอตามเงื่อนไขที่ต้องการสืบค้น ดังนี้

- <u>กรณีสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจในระดับอำเภอ</u> ผู้ใช้งานสามารถเลือกพื้นที่อำเภอที่ต้องการสืบค้น แล้วกดปุ่มสืบค้น จะแสดงข้อมูลจำนวนแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจทั้งหมดในอำเภอนั้น มีขั้นตอนดังนี้

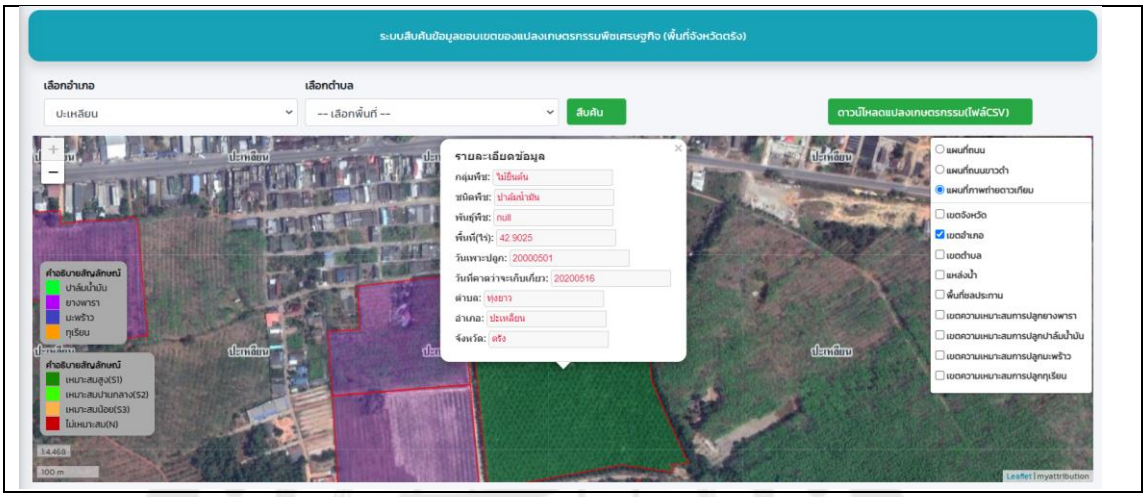




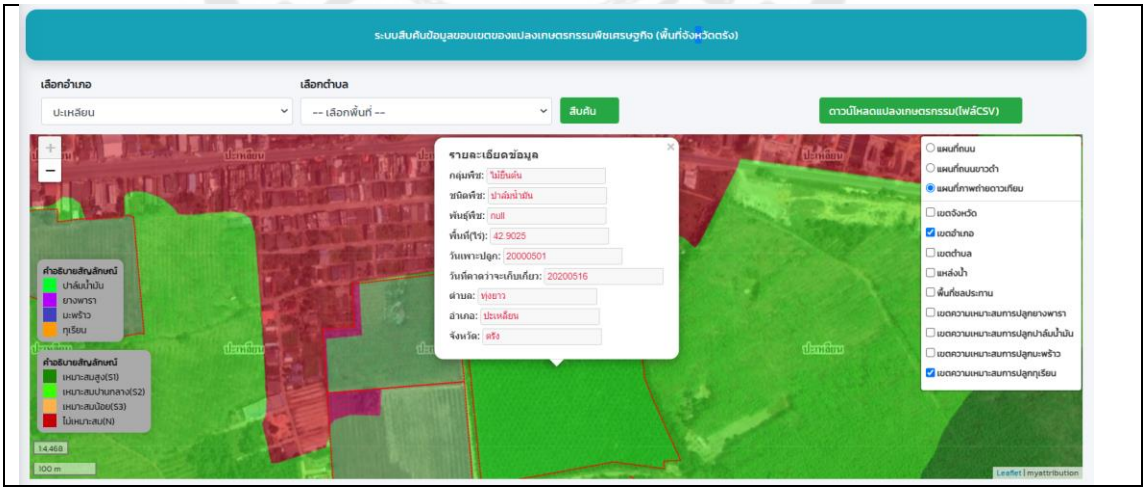
- จากนั้นผู้ใช้งานกดปุ่ม OK เพื่อดูรายละเอียดของข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ สามารถเปลี่ยนแผนที่ฐาน พร้อมเปิดข้อมูลขอบเขตการปกครอง และแสดงข้อมูลเชิงสถิติในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนแปลงเกษตรกรรมในพื้นที่ มีขั้นตอนดังนี้



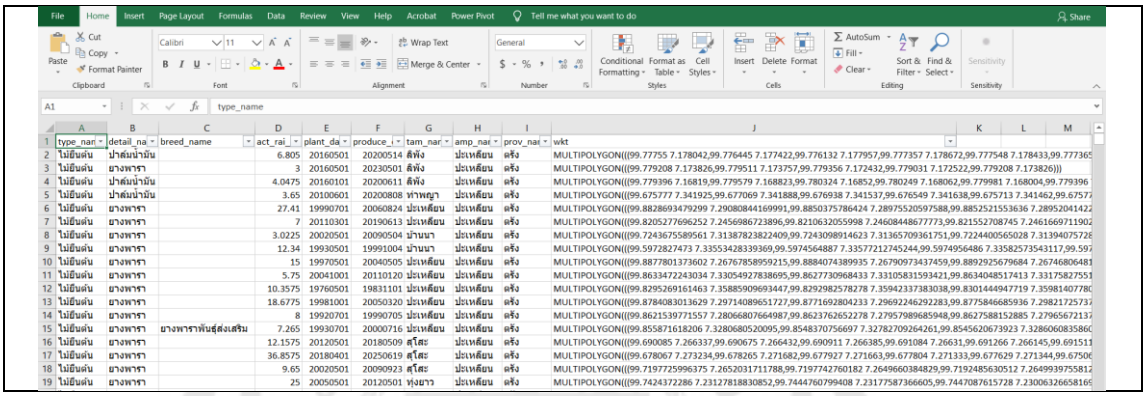
- ผู้ใช้งานสามารถซูมดูขอบเขตของแปลง คลิกเรียกดูข้อมูลอธิบายรายละเอียดของแปลง พร้อมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Value (CSV) ออกไปใช้งานได้



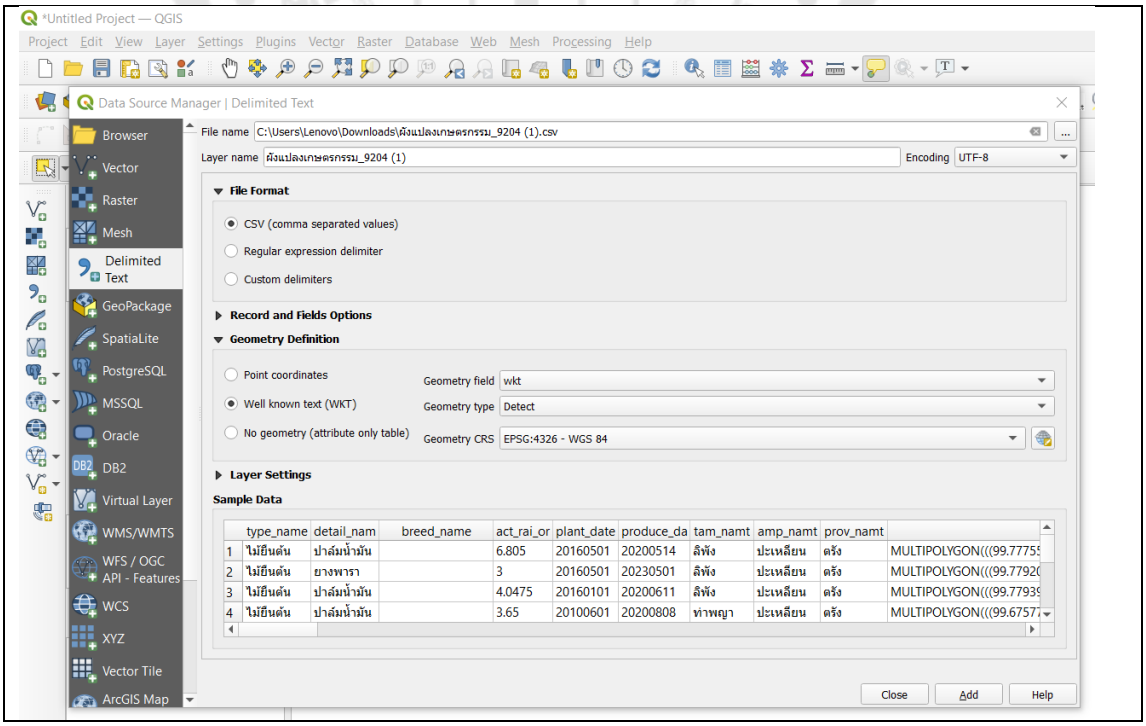
- ผู้ใช้งานสามารถเปิดชั้นข้อมูลเขตความเหมาะสมการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ เพื่อซ้อนทับดูกับขอบเขตแปลงได้ โดยสามารถดูคำอธิบายสัญลักษณ์ความเหมาะแต่ละระดับได้บนแผนที่

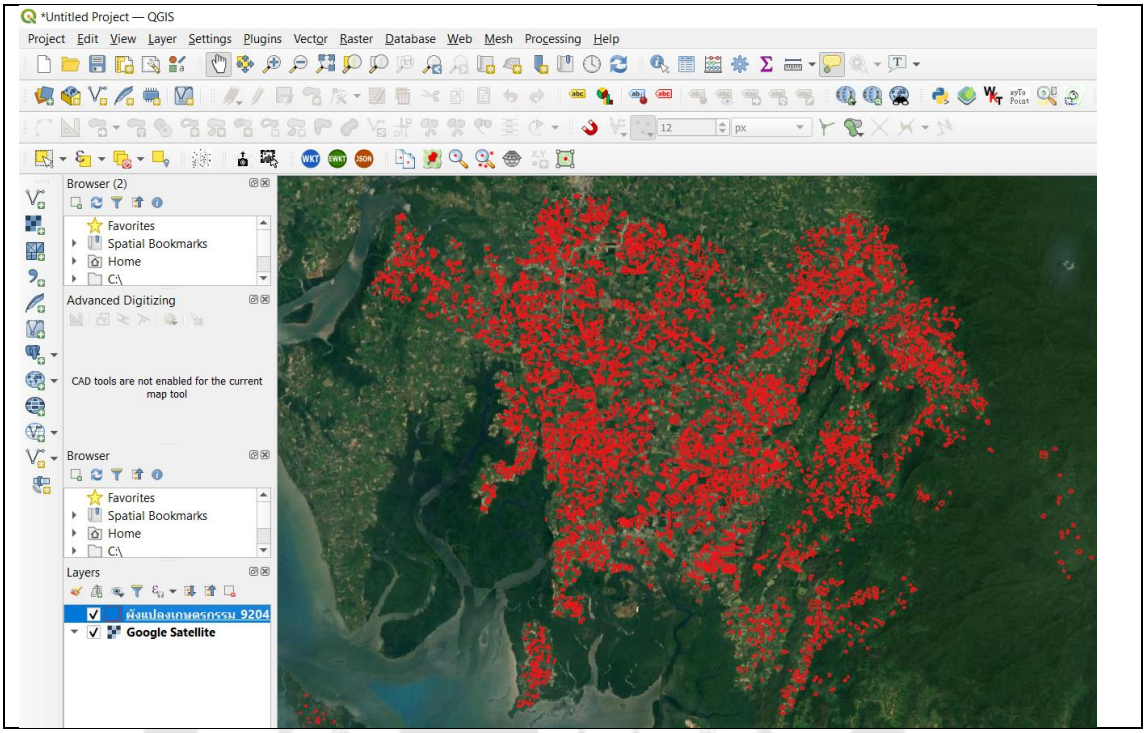


- ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Value (CSV) ออกไปใช้งานได้ โดยหากต้องการเปิดดูข้อมูลเชิงสถิติสามารถใช้โปรแกรม Excel เปิดดูข้อมูลได้

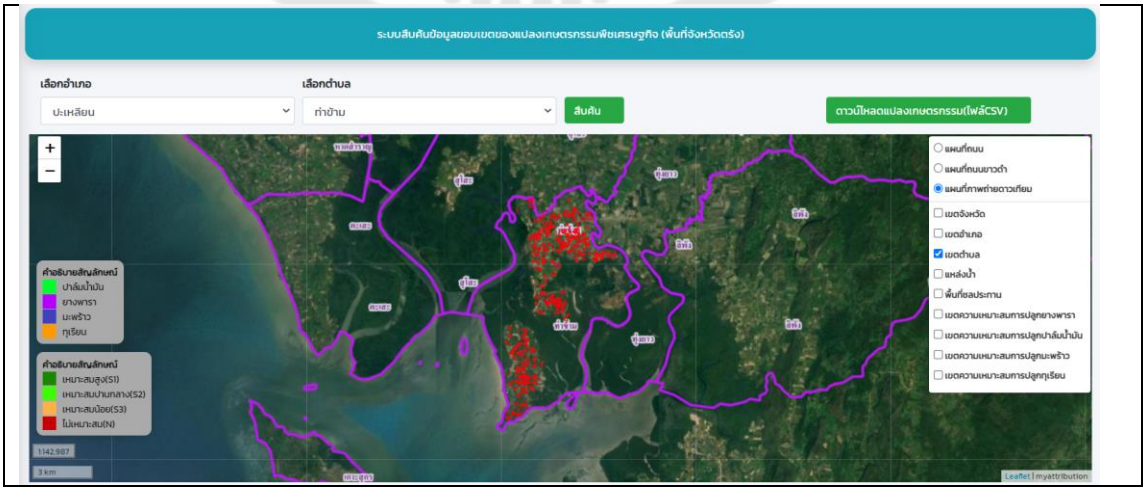


- หากต้องการเปิดใช้งานแบบข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถใช้โปรแกรม QGIS เปิดแสดงผลได้ โดยตั้งค่าดังนี้





- <u>กรณีสืบค้นข้อมูลขอบเขตของแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ในระดับตำบล</u> ผู้ใช้งานสามารถเลือกพื้นที่ตำบลที่ต้องการสืบค้น แล้วกดปุ่มสืบค้น จะแสดงข้อมูลจำนวนแปลงเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจทั้งหมดในตำบลนั้น <u>โดยมีขั้นตอนเหมือนกับการสืบค้นข้อมูลในระดับอำเภอ</u>



5. ระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ เมื่อกดปุ่มเข้าใช้งานระบบแล้วจะเข้าสู่หน้าเว็บเพจของระบบ โดยส่วนต่างๆ ของระบบมีดังนี้

5.1 ส่วนแสดงชื่อบัญชีผู้ใช้งาน ย้อนกลับไปหน้าหลัก (Main page) และ ออกจากระบบ

5.2 ส่วนแสดงชื่อระบบวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ

5.3 ส่วนแสดงการกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ 1. การกำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (ละติจูด, ลองจิจูด) 2. การเลือกชนิดพืช 3. แสดงขนาดพื้นที่ของขอบเขตแปลงที่ผู้ใช้งานวาด 4. ปุ่ม refresh หน้าแผนที่

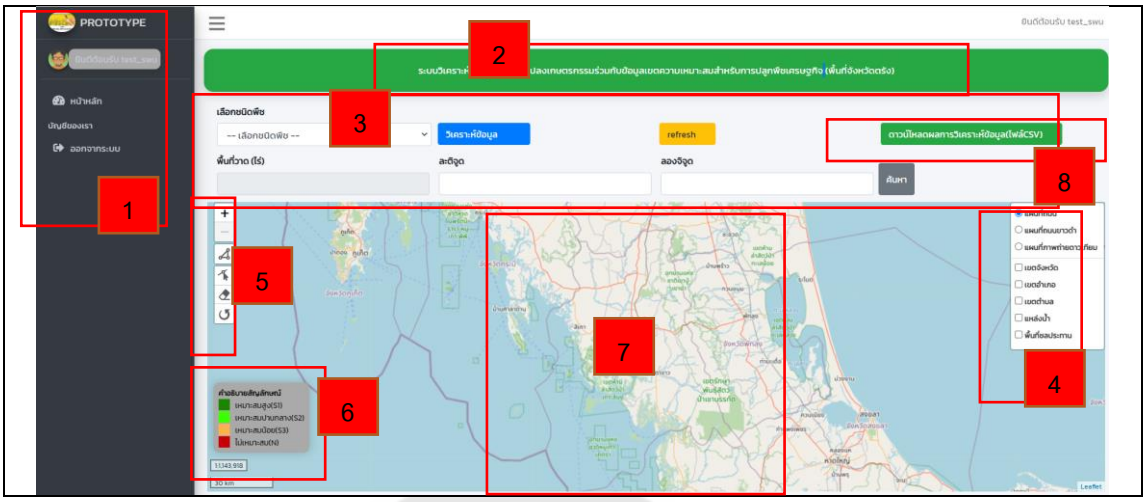
5.4 ส่วนแสดงแผนที่ฐาน และชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ ได้แก่ เขตการปกครอง (จังหวัด อำเภอ ตำบล) แหล่งน้ำ เขตชลประทาน

5.5 ส่วนเครื่องมือวาดแปลงเกษตรกรรม

5.6 ส่วนแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ของข้อมูลที่แสดงผลบนแผนที่

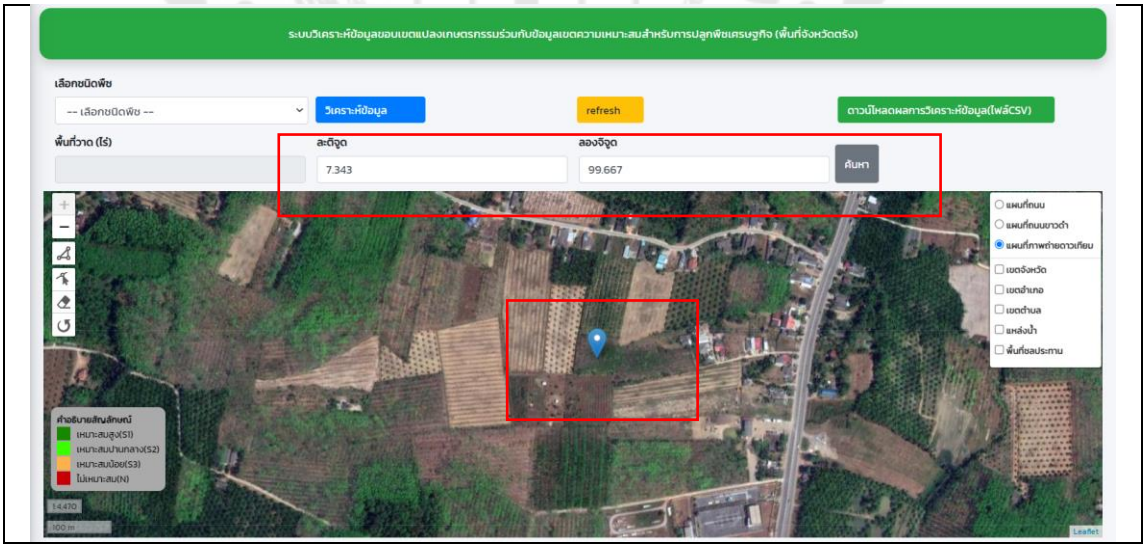
5.7 ส่วนแสดงผลข้อมูลแผนที่

5.8 ส่วนดาวน์โหลดข้อมูลผลการวิเคราะห์

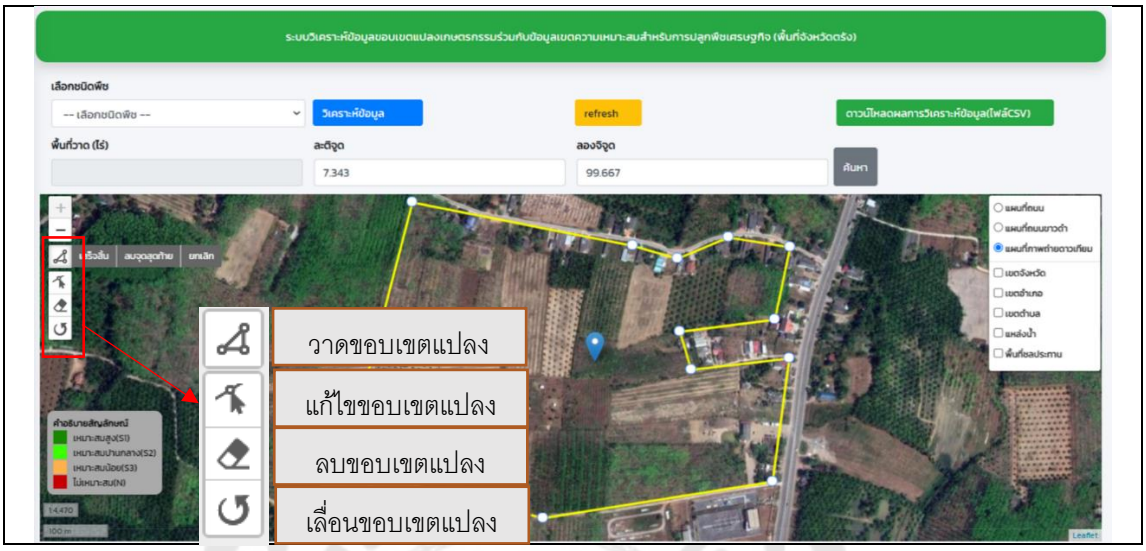


โดยผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์ข้อมูลขอบเขตแปลงเกษตรกรรมร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจได้ ดังนี้

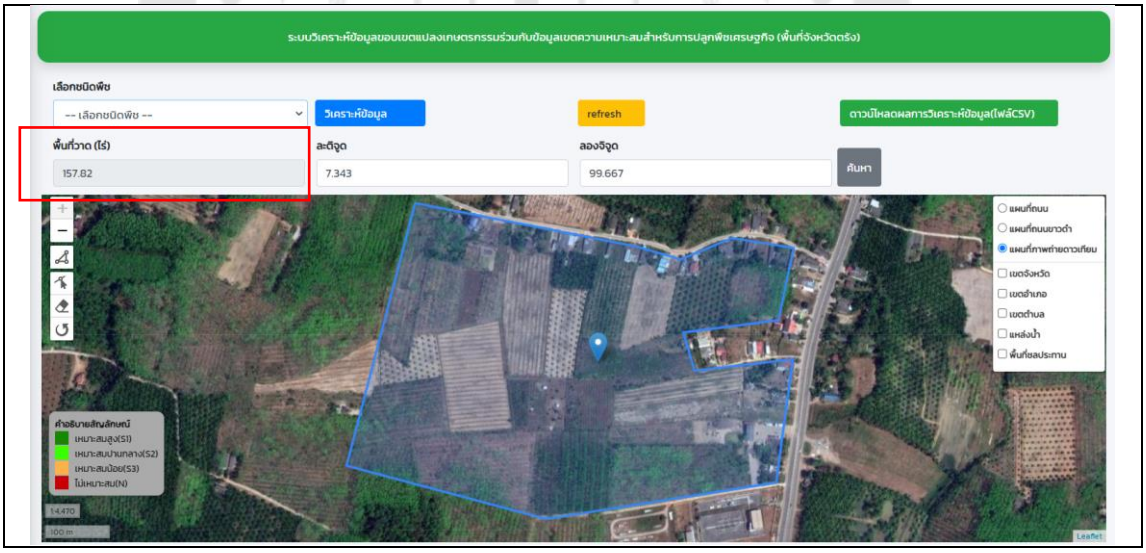
- ระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์โดยการใส่ค่าละติจูด และลองจิจูดลงในช่องแล้วกดปุ่มค้นหา ระบบจะแสดงตำแหน่งจุดค่าพิกัดเพื่อเป็นจุดชี้นำในการวาดแปลงเกษตรกรรม และเปลี่ยนแผนที่ฐานเป็นภาพดาวเทียม



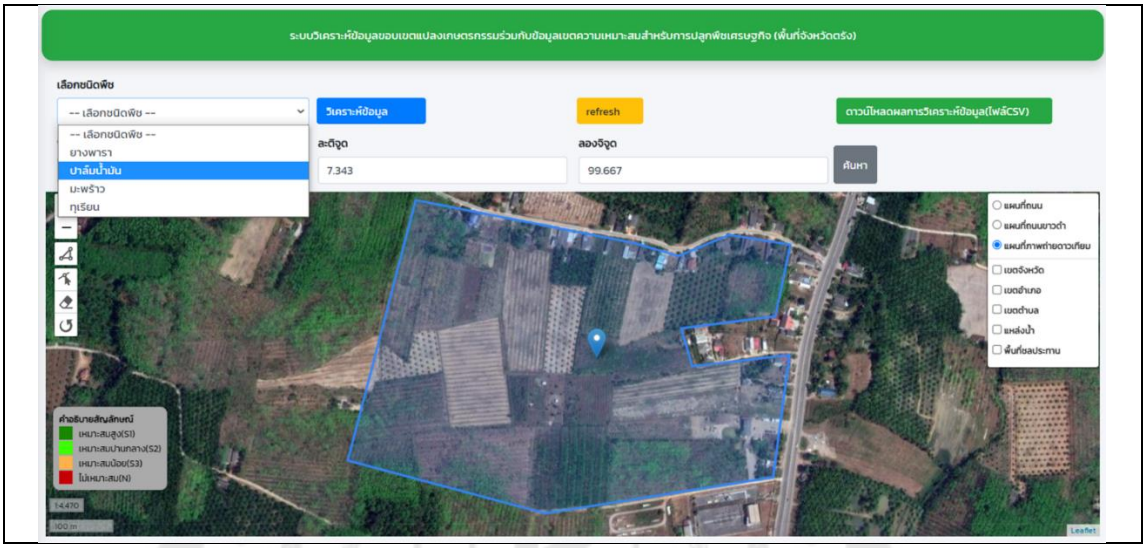
- ใช้เครื่องมือวาดขอบเขตแปลงเกษตรกรรมในบริเวณขอบเขตที่ต้องการ



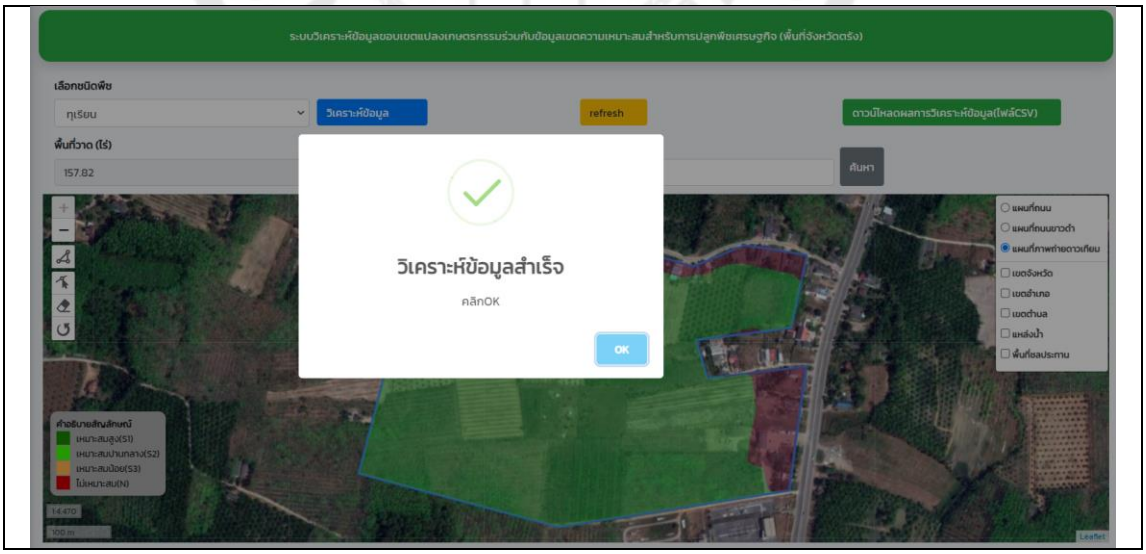
- จะได้ขอบเขตแปลงเกษตรกรรมตามที่ผู้ใช้งานกำหนด พร้อมแสดงพื้นที่วาดเป็นหน่วยไร่



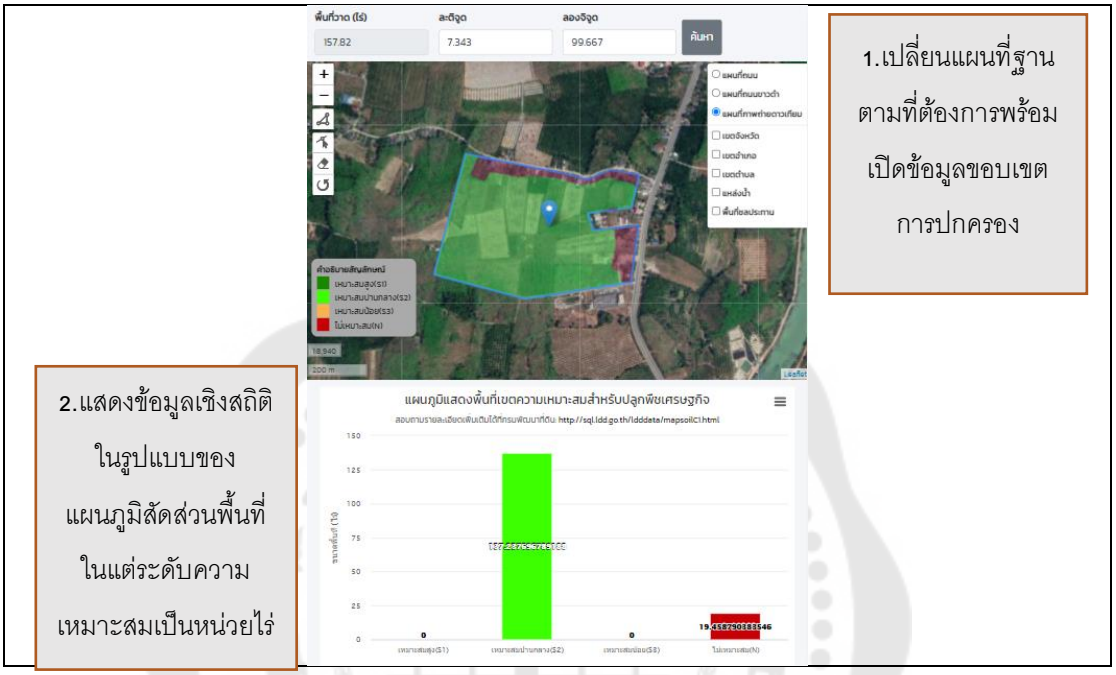
- เลือกชนิดพืชที่ต้องการนำขอบเขตแปลงเกษตรกรรมมาวิเคราะห์ซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ



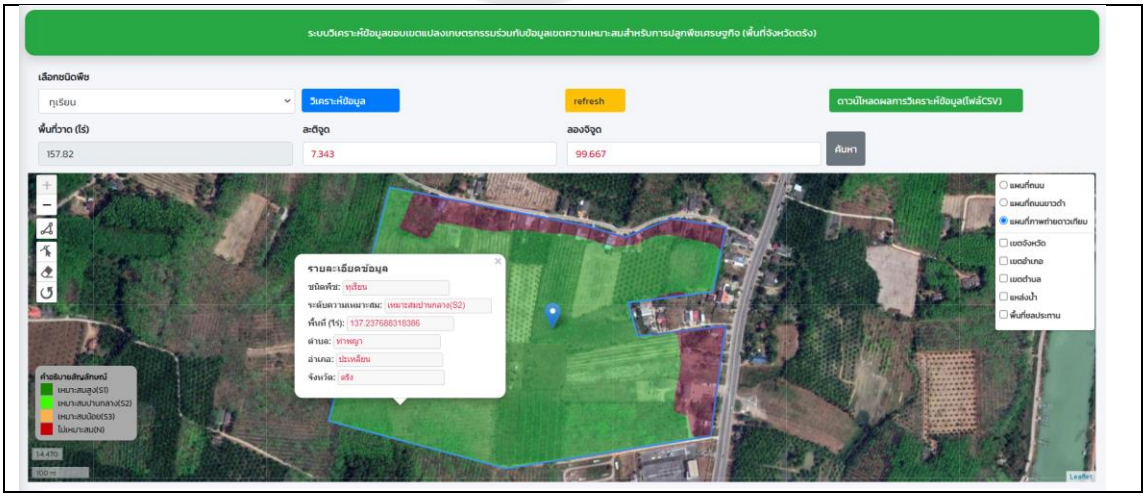
- เมื่อเลือกชนิดพืชที่ต้องการแล้ว ให้ทำการกดปุ่มวิเคราะห์ข้อมูล ระบบจะแสดงหน้าต่างวิเคราะห์ข้อมูลสำเร็จ ให้กดปุ่ม OK เพื่อดูรายละเอียดของข้อมูล



- ระบบจะแสดงผลข้อมูลแปลงเกษตรกรรมที่วิเคราะห์ซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ และแสดงผลลัพธ์เป็นพื้นที่ระดับความเหมาะสมบนแผนที่ รวมทั้งแผนภูมิสัดส่วนพื้นที่ในแต่ระดับความเหมาะสมเป็นหน่วยไร่

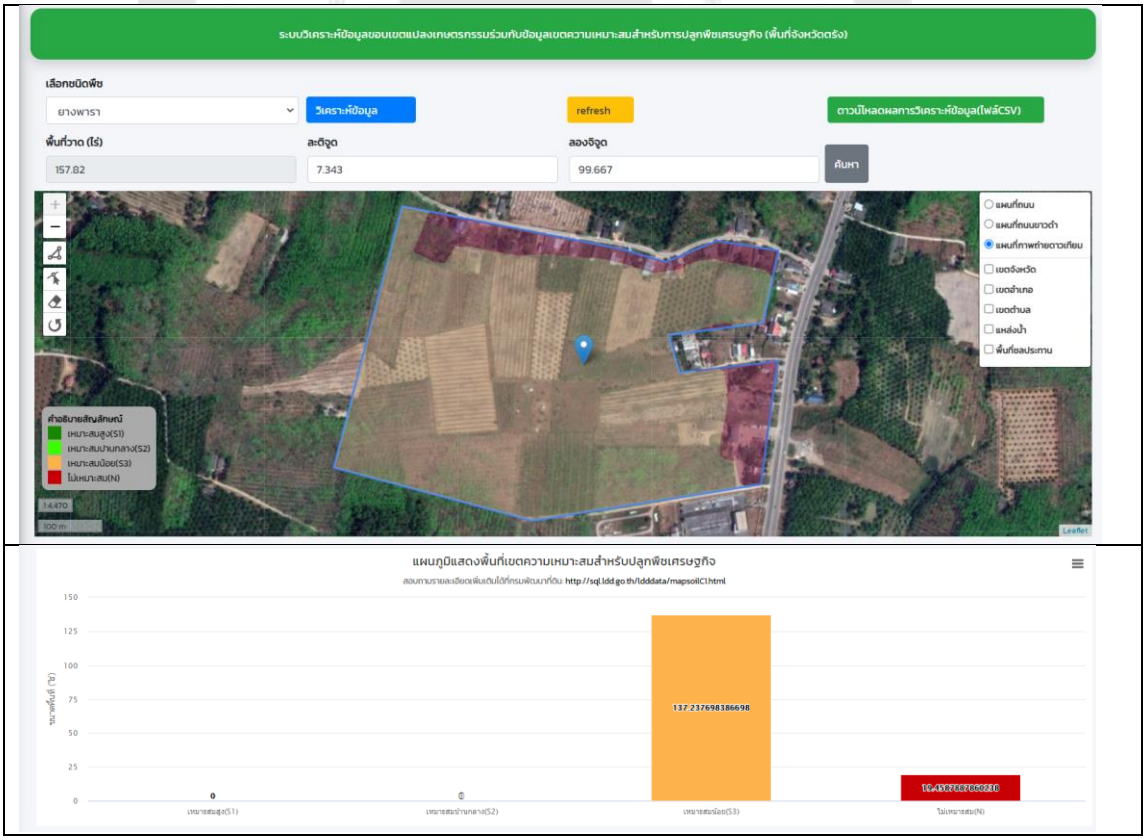


- ผู้ใช้งานสามารถซูมดูขอบเขตของแปลงที่มีพื้นที่ระดับความเหมาะสมของการปลูกพืช และคลิกเรียกดูข้อมูลอธิบายรายละเอียดของแปลงเพื่อดูระดับความเหมาะสมการปลูกพืชในพื้นที่ของแปลงเกษตรกรรม พร้อมทั้งดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Value (CSV) ออกไปใช้งานได้

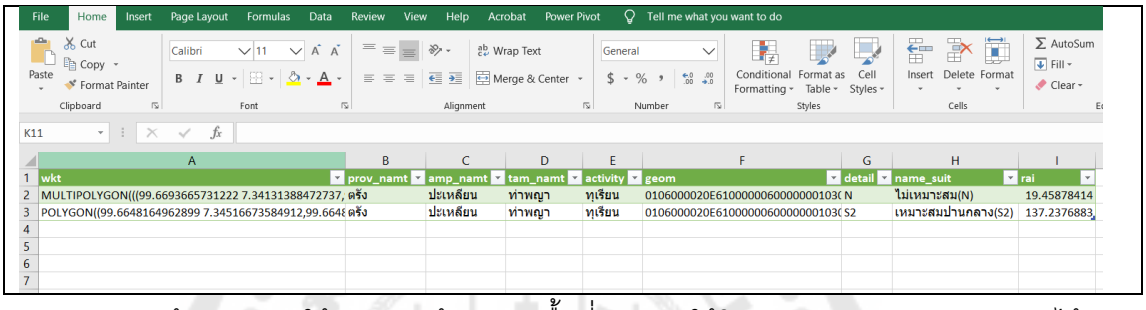


- ในแผนภูมิสัดส่วนพื้นที่ในแต่ระดับความเหมาะสมเป็นหน่วยไร่ ผู้ใช้งานสามารถคลิก link เพื่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมจากกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นหน่วยงานผู้จัดทำข้อมูลเขตความเหมาะสมการปลูกพืชเศรษฐกิจได้

- ในพื้นที่ขอบเขตแปลงเกษตรกรรมเดียวกันที่วาดโดยผู้ใช้งาน สามารถเปลี่ยนชนิดพืชได้โดยไม่ต้องทำการวาดแปลงเกษตรกรรมใหม่ โดยจะแสดงผลลัพธ์เป็นพื้นที่ระดับความเหมาะสมบนแผนที่ รวมทั้งแผนภูมิสัดส่วนพื้นที่ในแต่ระดับความเหมาะสมเป็นหน่วยไร่

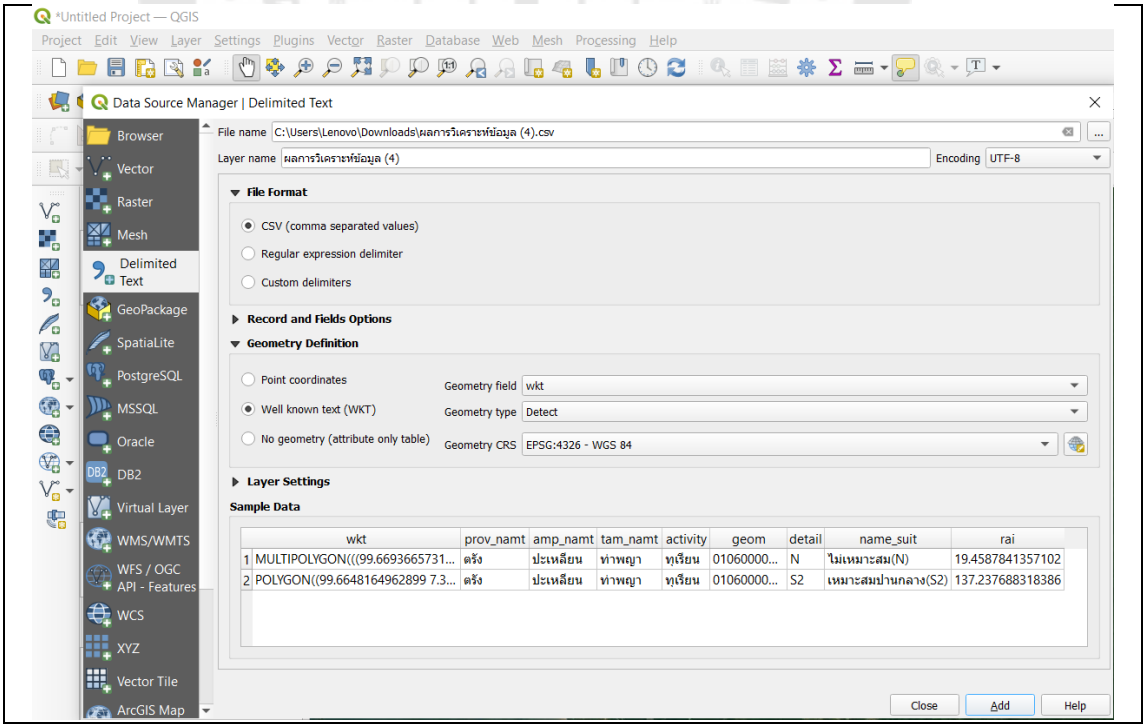


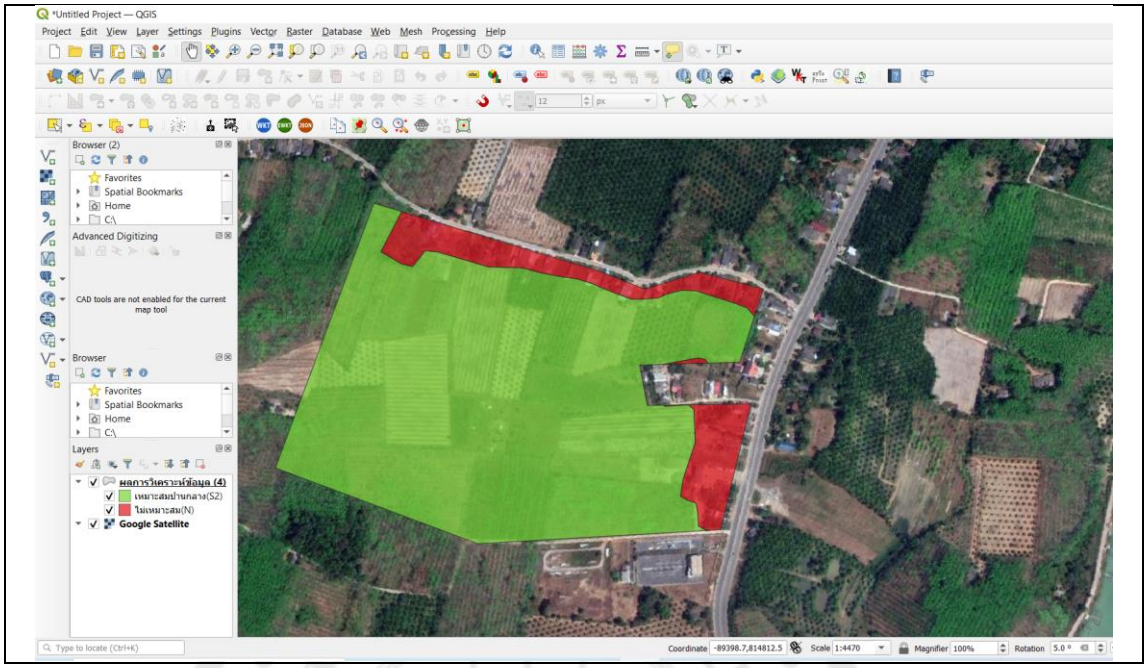
- ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Value (CSV) ออกไปใช้งานได้ โดยหากต้องการเปิดดูข้อมูลเชิงสถิติสามารถใช้โปรแกรม Excel เปิดดูข้อมูลได้



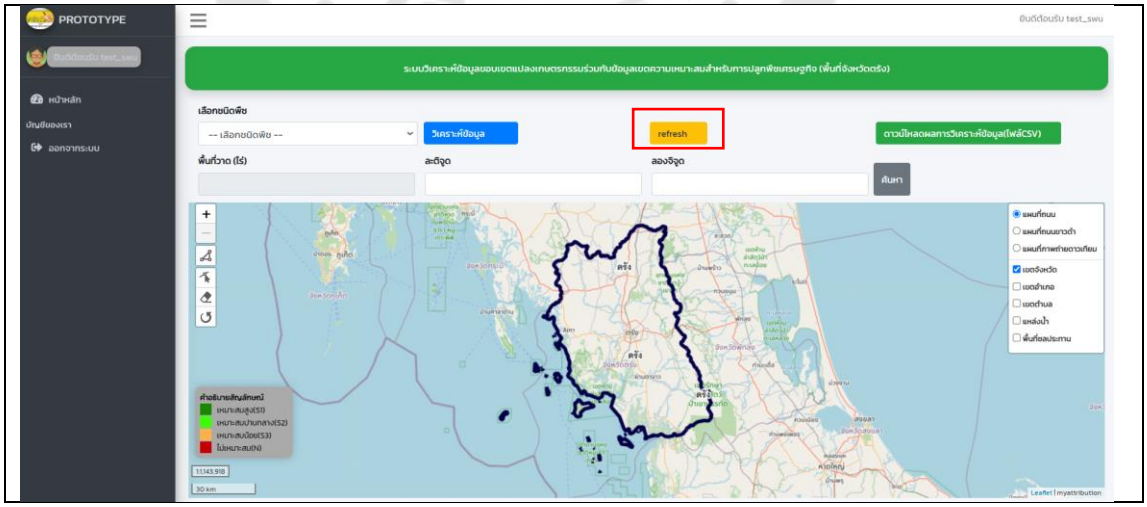
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	wkt	prov_namt	amp_namt	tam_namt	activity	geom	detail	name_suit	rai
2	MULTIPOLYGON(((99.6693665731222 7.34131388472737,	ตรัง	ปะเหลียน	ท่าพญา	ทุเรียน	0106000020E6100000060000000103(	N	ไม่เหมาะสม(N)	19.45878414
3	POLYGON((99.6648164962899 7.34516673584912,99.6648	ตรัง	ปะเหลียน	ท่าพญา	ทุเรียน	0106000020E6100000060000000103(	S2	เหมาะสมปานกลาง(S2)	137.2376883
4									
5									
6									
7									

- หากต้องการเปิดใช้งานแบบข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถใช้โปรแกรม QGIS เปิดแสดงผลได้ โดยตั้งค่าดังนี้

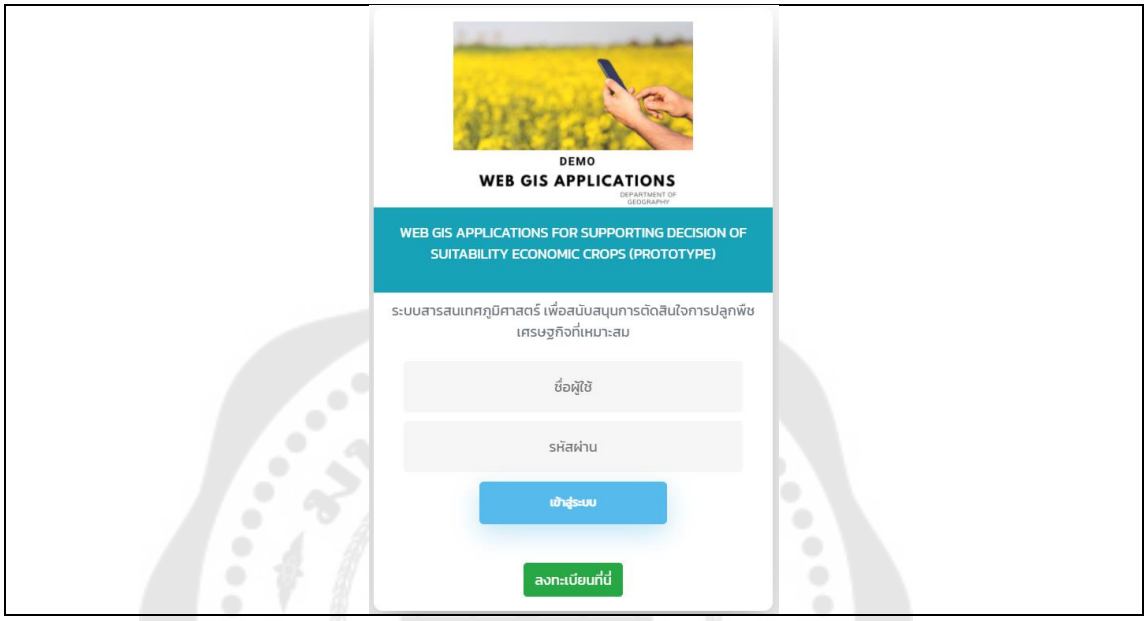




- หากผู้ใช้งานต้องการวาดแปลงเกษตรกรรมใหม่เพื่อทำการวิเคราะห์ซ้อนทับร่วมกับข้อมูลเขตความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ให้ดำเนินการตามขั้นตอนที่กล่าวมา หรือกดปุ่ม refresh หน้าแผนที่ ระบบจะลบการแสดงผลข้อมูลหน้าแผนที่ทั้งหมดเพื่อเริ่มกระบวนการใหม่



- หากผู้ใช้งานต้องการออกจากระบบให้คลิกปุ่มออกจากระบบ เว็บแอปพลิเคชันต้นแบบจะกลับไปที่ หน้าระบบ (Login page)



ภาคผนวก ข

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้แอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศบนเว็บภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม
*****(ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบจากกรมส่งเสริมการเกษตร)*****

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.เพศ

☐ ชาย
☐ หญิง

2.ตำแหน่ง/อาชีพ

_____

3.ประสบการณ์การทำงาน/การทำเกษตรกรรม

☐ น้อยว่า 2 ปี
☐ 2 -5 ปี
☐ 5 – 10 ปี
☐ มากกว่า 10 ปี

ส่วนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

4.ประเด็นความพึงพอใจของระบบ

	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
ด้านความสวยงาม ทันสมัย น่าสนใจของหน้าเว็บ					
ความสะดวกในการใช้งาน ใช้งานได้ง่าย					
การวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องครบถ้วน					
ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ					
การนำไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงานและสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้					
ความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบในภาพรวม					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศบนเว็บภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม
*****(เกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตร)*****

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.เพศ

☐ ชาย
☐ หญิง

2.ตำแหน่ง/อาชีพ

_____

3.ประสบการณ์การทำงาน/การทำเกษตรกรรม

☐ น้อยว่า 2 ปี
☐ 2 -5 ปี
☐ 5 – 10 ปี
☐ มากกว่า 10 ปี

ส่วนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

4.ประเด็นความพึงพอใจของระบบ

	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
ด้านความสวยงาม ทันสมัย น่าสนใจของหน้าเว็บ					
ความสะดวกในการใช้งาน ใช้งานได้ง่าย					
การวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องครบถ้วน					
ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ					
การนำไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงานและสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้					
ความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบในภาพรวม					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศบนเว็บภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม
*****(เจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตร)*****

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.เพศ

☐ ชาย
☐ หญิง

2.ตำแหน่ง/อาชีพ

_____

3.ประสบการณ์การทำงาน/การทำเกษตรกรรม

☐ น้อยว่า 2 ปี
☐ 2 -5 ปี
☐ 5 – 10 ปี
☐ มากกว่า 10 ปี

ส่วนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

4.ประเด็นความพึงพอใจของระบบ

	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
ด้านความสวยงาม ทันสมัย น่าสนใจของหน้าเว็บ					
ความสะดวกในการใช้งาน ใช้งานได้ง่าย					
การวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องครบถ้วน					
ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ					
การนำไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงานและสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้					
ความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบในภาพรวม					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

ภาคผนวก ค

การนำแอปพลิเคชันต้นแบบด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมไปใช้ประโยชน์

เจ้าหน้าที่จากสำนักงานส่งเสริมการเกษตรจังหวัดตรังและเกษตรกรทดสอบการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบตรวจสอบความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกพืชเศรษฐกิจ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม โดยในส่วนของเกษตรกรสามารถใช้ดูแนวโน้มการปลูกพืชและความหมาะสมในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจได้ ส่วนเจ้าหน้าที่ด้านการส่งเสริมการเกษตรสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในการวางแผนส่งเสริม และวางนโนบายเสนอต่อผู้บริหารในการวางแผนการจัดการทรัพยากรเพื่อการส่งเสริมด้านเกษตรต่อไป

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ศักรินทร์ อุ่นทานนท์
วัน เดือน ปี เกิด	6 พฤษภาคม 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดตรัง
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2558 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร