การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยวิธีการถดถอยโลจิสติค

TO ANALYZE THE HAZARDOUS CONCENTRATION OF INCENSE SMOKE USING LOGISTIC REGRESSION METHOD

วิชัย ฐานเบญจพล

สุรัตน์ พูลสวัสดิ์

สุวัฒน์ ตั้งวัฒนานุวัฒน์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TO ANALYZE THE HAZARDOUS CONCENTRATION OF INCENSE SMOKE USING LOGISTIC REGRESSION METHOD

WICHAI THANBENCHAPHON

SURAT POOLSAWAT

SUWAT TANGWATTANANUWAT

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIRMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED MATHEMATICS)
DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยวิธีการถดถอยโลจิสติค To Analyze the Hazardous Concentration of Incense Smoke using Logistic Regression Method
ชื่อนักศึกษา	นายวิชัย ฐานเบญจพล รหัสนักศึกษา 57050131 นายสุรัตน์ พูลสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 57050152 นายสุวัฒน์ ตั้งวัฒนานุวัฒน์ รหัสนักศึกษา 57050153
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.นพรัตน์ โพธิ์ชัย ประธานกรรมการ	
ดร.พุทธพร วานิชกร กรรมการ	
ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยวิธีการถดถอยโลจิสติค To Analyze the Hazardous Concentration of Incense Smoke using Logistic Regression Method
ชื่อนักศึกษา	นายวิชัย ฐานเบญจพล รหัสนักศึกษา 57050131 นายสุรัตน์ พูลสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 57050152 นายสุวัฒน์ ตั้งวัฒนานุวัฒน์ รหัสนักศึกษา 57050153
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปภายในศาลเจ้าว่าอยู่ในระดับที่อันตรายหรือไม่ กล่าวคือ ควันธูปนั้นมีสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อชีวิต โดยมีอุปกรณ์ TTP เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลของตัวแปรที่ศึกษา คือ ควันธูป อุณหภูมิ ความชื้น และแสง ซึ่งเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี จำนวน 488 ชุด และนำมาวิเคราะห์โดยวิธีการถดถอยโลจิสติค เพื่อหาสมการที่เหมาะสมและนำไปใส่ในโปรแกรมของอุปกรณ์ TTP เพื่อให้อุปกรณ์ TTP สามารถตรวจสอบได้ว่าสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอันตรายหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่า $P_i > 0.5$ หมายความว่าอยู่ในระดับอันตราย ผลการวิจัยพบว่าอุปกรณ์ TTP สามารถพยากรณ์ถูกต้องเฉลี่ยโดยรวมได้ร้อยละ 99.09 นอกจากนี้อุปกรณ์ TTP มีจุดเด่น คือ ถ้าตรวจสอบพบว่าสภาพแวดล้อมบริเวณนั้นอยู่ในระดับอันตรายจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือที่ Application Line และอุปกรณ์ TTP สามารถส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ Google Sheets หรือที่ Application Blynk ได้

คำสำคัญ : ควันธูป ถดถอยโลจิสติค ไมโครคอนโทรลเลอร์ ศาลเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	To Analyze the Hazardous Concentration of Incense Smoke using Logistic Regression Method
Students	Mr.Wichai Thanbenchaphon Student ID 57050131
	Mr.Surat Poolsawat Student ID 57050152
	Mr.Suwat Tangwattananuwat Student ID 57050153
Degree	Bachelor of Science (Applied Mathematics)
Department	Mathematics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2017
Advisor	Dr.Busayamas Pimpunchat

Abstract

The objective of this special problem is to investigate the environmental pollution. In shrines area there is a risk of danger or not. In other words. Incense smoke is a carcinogen that is harmful to life, TTP is a device used to collect the data of the variables studied were incense smoke, temperature, humidity and light, which collect data on Chandevi shrine 488 sets and analyzed by logistic regression method. To find the optimal solution and set them into a program of TTP. TTP device can verify environment at that place, or not dangerous, by considering the $P_i > 0.5$ means that high level of danger. The Result was found that the device can correctly forecast TTP average 99.09%. Additionally, TTP is that if a device is detected and the environment surrounding at dangerous levels will send alerts to mobile phone Application Line and the device can transmit data to TTP that Google Sheets, or the Application Blynk.

Keywords : Incense Smoke, Logistic Regression, Microcontroller, Shrine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยวิธีการถดถอยโลจิสติค สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางคณะผู้ศึกษาต้องกราบขอบพระคุณ ท่าน ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษฉบับนี้ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมทั้งให้กำลังใจกับคณะผู้ศึกษาเป็นอย่างดี นับว่าเป็นพระคุณยิ่ง

นอกจากนี้ทางคณะผู้ศึกษาต้องกราบขอบพระคุณท่าน ผศ.ดร.นพรัตน์ โพธิ์ชัย ที่เป็นประธานกรรมการ และท่าน ดร.พุทธพร วานิชกร ที่เป็นกรรมการ สำหรับการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ซึ่งอาจารย์ทั้งสองท่านคอยให้คำแนะนำด้านต่าง ๆ เพื่อมาปรับปรุงและพัฒนา ตลอดจนการตรวจสอบปัญหาพิเศษนี้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

และสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่าน และบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่คอยสนับสนุน และให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีโดยตลอด

วิชัย ฐานเบญจพล

สุรัตน์ พูลสวัสดิ์

สุวัฒน์ ตั้งวัฒนานุวัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข

กิตติกรรมประกาศ.....ค

สารบัญ.....ง

สารบัญตาราง.....ช

สารบัญรูป.....ซ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 ขอบเขตการศึกษา.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน.....2

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน.....3

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....4

บทที่ 2 ทฤษฎี งานวิจัย และความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1 การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติค (Logistic Regression Analysis).....5

2.1.1 ข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติค.....5

2.1.2 ตัวแบบการถดถอยโลจิสติคอย่างง่าย (Simple Logistic Regression Model).....6

2.1.3 ตัวแบบการถดถอยโลจิสติคพหุคูณ (Multiple Logistic Regression Model).....6

2.1.4 ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function).....7

2.1.5 การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติค.....9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.6 การวัดระดับความสัมพันธ์ของสมการถดถอยโลจิสติค....10

2.1.7 การตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยโลจิสติค....11

2.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)....13

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....14

2.4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง....18

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย....28

3.1 กระบวนการทำงานของอุปกรณ์ TTP....28

3.2 การสร้างอุปกรณ์ TTP....29

3.2.1 การต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์แก๊ส (MQ135) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266....29

3.2.2 การต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (DHT22) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266....30

3.2.3 การต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์ความเข้มแสง (BH1750) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266....31

3.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง TTP กับ Google Sheets....33

3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง TTP กับ Application Line....47

3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง TTP กับ Application Blynk....51

3.6 การเก็บข้อมูล....87

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล....88

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการถดถอยโลจิสติค....88

4.1.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละคู่....88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.2 เมื่อยังไม่นำตัวแปรทำนายเข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค.....91
4.1.3 เมื่อนำตัวแปรทำนาย SMOKE, TEMPERATURE และ LIGHT เข้าสู่สมการ ถดถอยโลจิสติค.....94
4.1.4 เมื่อนำตัวแปรทำนาย SMOKE, HUMIDITY และ LIGHT เข้าสู่สมการ ถดถอยโลจิสติค.....96
4.1.5 เมื่อนำตัวแปรทำนาย SMOKE, HUMIDITY และ LIGHT เข้าสู่สมการ ถดถอยโลจิสติค (ใหม่).....98
4.1.6 เมื่อนำตัวแปรทำนาย SMOKE และ HUMIDITY เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค.....101
4.2 ทดสอบสมการถดถอยโลจิสติคที่ได้จากการวิเคราะห์.....107
4.3 ตัวอย่างผลการแสดงของ Google Sheets.....116
4.4 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Line.....117
4.5 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk.....118
บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ.....121
5.1 สรุปผลการวิจัย.....121
5.2 ข้อเสนอแนะ.....121
เอกสารอ้างอิง.....122
ภาคผนวก.....124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แสดงระยะเวลาการดำเนินงาน.....3

2.1 แสดงมาตรฐานสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไป (Volatile Organic Compounds : VOCs).....14

2.2 การกำหนดช่องการต่อวงจรไฟฟ้าของบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266.....19

4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี.....107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 เตือน 3 สารอันตรายจากควันธูป สูดดมสะสมเสี่ยงมะเร็ง....16
2.2 ฝุ่นพิษจิ๋ว PM 2.5 ภัยที่มองไม่เห็น....17
2.3 บอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266....18
2.4 เซนเซอร์แก๊ส (MQ135)....20
2.5 เซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (DHT22)....21
2.6 เซนเซอร์ความเข้มแสง (BH1750)....22
2.7 แสดงหน้าเว็บไซต์ของโปรแกรม Arduino IDE....23
2.8 แสดงหน้า Download the Arduino IDE....23
2.9 แสดงหน้า JUST DOWNLOAD....24
2.10 แสดงหน้าการบันทึกไฟล์โปรแกรม Arduino IDE....25
2.11 แสดงหน้าการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE....25
2.12 แสดงหน้าการเปิดโปรแกรม Arduino IDE....26
2.13 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE (Version 1.8.5)....27
3.1 แสดงกระบวนการทำงานของอุปกรณ์ TTP....28
3.2 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์แก๊ส (MQ135) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266....29
3.3 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (DHT22) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266....30
3.4 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์ความเข้มแสง (BH1750) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266....31
3.5 แสดงอุปกรณ์ TTP....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.6 แสดงหน้าการดาวน์โหลด Libraries EspGoogleApi....33
3.7 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE (InsertGoogleSheets)....34
3.8 แสดงหน้า Arduino IDE เมื่อ Insert Google sheets แล้ว....35
3.9 แสดงหน้าการเลือกบัญชีผู้ใช้ และ Google APIs (Select a project)....36
3.10 แสดงหน้าจอเพื่อให้สร้างโปรเจกต์ใหม่....36
3.11 แสดงหน้าการใส่ชื่อโปรเจกต์เพื่อสร้างโปรเจกต์ใหม่....37
3.12 แสดงหน้า Permissions for project My Project....37
3.13 แสดงหน้า Google APIs (Library)....38
3.14 แสดงหน้า Google APIs (Google Drive API)....38
3.15 แสดงหน้าเพื่อเปิดใช้งานของ Google Drive API....39
3.16 แสดงหน้า Google APIs (Credentials)....39
3.17 แสดงหน้า Create client ID....40
3.18 แสดงหน้า Credentials....40
3.19 แสดงหน้า Google APIs (Create client ID)....41
3.20 แสดงหน้า OAuth client....41
3.21 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อนำรหัส client_id และ client_secret มาใส่....42
3.22 แสดงหน้า Google Drive (My Drive)....42
3.23 แสดงหน้า New folder เพื่อให้ใส่ชื่อ....43
3.24 แสดงหน้า Google Drive (My Drive : Test My Project)....43
3.25 แสดงหน้าเลือก Google Sheets (Blank spreadsheet)....44
3.26 แสดงหน้า Google Sheets ชื่อไฟล์ Keep Sensor Value....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.27 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อนำรหัส sheet_id มาใส่....45
3.28 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อใส่รหัสของ Internet....45
3.29 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE (Serial Monitor)....46
3.30 แสดงหน้าการใส่รหัสเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์....46
3.31 แสดงหน้า LINE Notify....47
3.32 แสดงหน้า LINE เพื่อเข้าสู่ระบบ....47
3.33 แสดงหน้า Line Notify เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว....48
3.34 แสดงหน้าออก Access Token (สำหรับผู้พัฒนา)....48
3.35 แสดงหน้าออก Token....49
3.36 แสดงหน้า Token ที่ออก....49
3.37 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อใส่รหัส LINE_TOKEN แล้ว....50
3.38 แสดงหน้าการดาวน์โหลด Libraries Blynk....51
3.39 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE (ESP8266_Standalone)....52
3.40 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อเปิด ESP8266_Standalone แล้ว....53
3.41 แสดงหน้า Application Blynk (Create New Account)....53
3.42 แสดงหน้า Application Blynk (Create Account)....54
3.43 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) เพื่อตั้งค่า....54
3.44 แสดงหน้า Application Blynk (Project Settings)....55
3.45 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อใส่รหัส auth [ ] แล้ว....55
3.46 แสดงหน้า Application Blynk (New Project)....56
3.47 แสดงหน้า Application Blynk (Widget Box)....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.48 แสดงหน้า Application Blynk (Tabs Settings) เพื่อแสดงหน้าต่าง ๆ....57
3.49 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) เมื่อสร้างหน้าต่าง ๆ เสร็จ....57
3.50 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget LCD....58
3.51 แสดงหน้า Application Blynk (LCD Settings)....58
3.52 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) เมื่อสร้าง Widget LCD เสร็จ....59
3.53 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart....59
3.54 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor....60
3.55 แสดงหน้า Application Blynk (Gas)....60
3.56 แสดงหน้า Application Blynk (Temperature)....61
3.57 แสดงหน้า Application Blynk (Humidity)....61
3.58 แสดงหน้า Application Blynk (Light)....62
3.59 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ของ Gas....62
3.60 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ของ Temperature....63
3.61 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ของ Humidity....63
3.62 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ของ Light....64
3.63 แสดงหน้า Application Blynk (Level Settings) ของ Gas....64
3.64 แสดงหน้า Application Blynk (Level Settings) ของ Temperature....65
3.65 แสดงหน้า Application Blynk (Level Settings) ของ Humidity....65
3.66 แสดงหน้า Application Blynk (Level Settings) ของ Light....66
3.67 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Total (หน้าหลัก)....66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.68 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Gas.....67
3.69 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Gas.....67
3.70 แสดงหน้า Application Blynk (Gas) ส่วนของหน้า Gas.....68
3.71 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Gas.....68
3.72 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Gas.....69
3.73 แสดงหน้า Application Blynk (Gauge Settings) ส่วนของหน้า Gas.....69
3.74 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Gas.....70
3.75 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Gas.....70
3.76 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Temperature.....71
3.77 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Temperature.....71
3.78 แสดงหน้า Application Blynk (Temperature) ส่วนของหน้า Temperature.....72
3.79 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Temperature.....72
3.80 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Temperature.....73
3.81 แสดงหน้า Application Blynk (Gauge Settings) ส่วนของหน้า Temperature.....73
3.82 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Temperature.....74
3.83 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Temperature.....74
3.84 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Humidity.....75
3.85 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Humidity.....75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.86 แสดงหน้า Application Blynk (Humidity) ส่วนของหน้า Humidity.....76
3.87 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Humidity.....76
3.88 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Humidity.....77
3.89 แสดงหน้า Application Blynk (Gauge Settings) ส่วนของหน้า Humidity.....77
3.90 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Humidity.....78
3.91 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Humidity.....78
3.92 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Light.....79
3.93 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Light.....79
3.94 แสดงหน้า Application Blynk (Humidity) ส่วนของหน้า Light.....80
3.95 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Light.....80
3.96 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Light.....81
3.97 แสดงหน้า Application Blynk (Gauge Settings) ส่วนของหน้า Light.....81
3.98 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Light.....82
3.99 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Light.....82
3.100 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Probability.....83
3.101 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Probability.....83
3.102 แสดงหน้า Application Blynk (Humidity) ส่วนของหน้า Probability.....84
3.103 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Probability.....84
3.104 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Probability.....85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.105 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Probability.....85
3.106 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Probability.....86
3.107 แสดงการ Upload โปรแกรมลงอุปกรณ์ TTP.....87
3.108 แสดงอุปกรณ์ TTP เพื่อทดลองเก็บข้อมูล.....87
4.1 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์.....88
4.2 แสดงแผนภาพสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์.....89
4.3 แสดงค่าคงที่ เมื่อยังไม่นำตัวแปรทำนายเข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค.....91
4.4 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค ที่มีเฉพาะค่าคงที่.....93
4.5 แสดง PseudoR2(model2).....94
4.6 แสดงค่าของ Hosmer and Lemeshow (model2).....95
4.7 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค (model2).....95
4.8 แสดง PseudoR2(model3).....96
4.9 แสดงค่าของ Hosmer and Lemeshow (model3).....97
4.10 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค (model3).....97
4.11 แสดงสัมประสิทธิ์ของ SMOKE, HUMIDITY และ LIGHT.....98
4.12 แสดง PseudoR2(model4).....102
4.13 แสดงค่าของ Hosmer and Lemeshow (model4).....102
4.14 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค (model4).....103
4.15 แสดงสัมประสิทธิ์ของ SMOKE และ HUMIDITY.....104
4.16 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค (4.5) เมื่อทดสอบใช้งาน.....115
4.17 ตัวอย่างผลการแสดงของ Google Sheets.....116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.18 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Line.....117

4.19 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Total (หน้าหลัก).....118

4.20 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Gas.....118

4.21 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Temperature.....119

4.22 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Humidity.....119

4.23 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Light.....120

4.24 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Probability.....120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันปัญหาเกี่ยวกับมลพิษในสิ่งแวดล้อม เป็นปัญหาในระดับโลกที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากมนุษย์ นอกจากมลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม และมลพิษจากยานพาหนะแล้ว บริเวณภายในวัดและศาลเจ้ามีการจุดธูปเพื่อประกอบพิธีกรรมทางพระพุทธศาสนา และพิธีกรรมทางความเชื่อด้านต่าง ๆ กล่าวคือ การจุดธูป 1 ดอก จะทำให้เกิดสารที่อยู่ในควันธูป ได้แก่ ฝุ่นละออง คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และมีเทน ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุให้เกิดภาวะโลกร้อน และหากสัมผัสหรือสูดดมควันธูปจะทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

โรคมะเร็งเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของประเทศไทย จากสถิติสาธารณสุขพบว่าตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2541 โรคมะเร็งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตเป็นอันดับหนึ่งของคนไทย และแนวโน้มการตายด้วยโรคมะเร็งยังคงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน [3] โดยโรคมะเร็งปอดเป็นอันดับต้น ๆ ของโรคมะเร็งที่พบมากทั้งในเพศชาย และเพศหญิง แม้ว่าสาเหตุการเกิดโรคประมาณ 80 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ จะมาจากการสูบบุหรี่หรือได้รับมลพิษ แต่จากสถิติผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดในผู้หญิงกลับพบว่าผู้ป่วยหญิงเป็นโรคมะเร็งปอดมากกว่าร้อยละ 50 ไม่พบประวัติสูบบุหรี่หรืออยู่ใกล้ชิดกับผู้สูบบุหรี่ และไม่มีประวัติสัมผัสกับสารก่อมะเร็งจากการประกอบอาชีพ โดยจากการวิจัยพบว่าควันธูปมีสารก่อมะเร็ง 3 ชนิด ได้แก่ เบนซีน บิวทาไดอีน และเบนโซเอไพรีน และเมื่อเปรียบเทียบการจุดธูป 1 ดอก จะมีปริมาณสารก่อมะเร็งเทียบเท่ากับบุหรี่ 1 มวน ยังไม่สามารถยืนยันได้หนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์ว่าควันธูปคือต้นเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง แต่การค้นพบสารก่อมะเร็งในควันธูป และศักยภาพในการซ่อมแซมความผิดปกติของสารพันธุกรรมที่ลดลงของผู้ที่ได้รับควันธูปอยู่เป็นประจำเป็นกลไกหนึ่งในการเหนี่ยวนำให้เกิดโรคมะเร็งได้ [5]

ดังนั้น จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นทางคณะผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยวิธีการถดถอยโลจิสติค เพื่อทำให้ทราบว่าสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับอันตรายหรือไม่ และช่วยให้ตระหนักถึงปัญหาควันธูปที่สัมผัสส่วนของร่างกาย เพราะควันธูปเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยวิธีการถดถอยโลจิสติค

2. ศึกษาประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ เพื่อนำมาเป็นเครื่องมือในการศึกษาปัญหาพิเศษนี้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาปริมาณความเข้มข้นเฉพาะควันธูปเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

2. ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตรายจากจากสถานที่จริง 1 สถานที่เท่านั้น เพื่อเป็นกรณีศึกษา ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี ซอยเทศบาลบางปู 118 (คลองเสาธง) ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ 10280

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อทำให้ทราบถึงปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตราย และช่วยให้ตระหนักถึงปัญหาควันธูปที่สัมผัสส่วนของร่างกาย เพราะควันธูปเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง และสามารถประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ร่วมกับวิธีการถดถอยโลจิสติค เพื่อพัฒนาเป็นอุปกรณ์ที่เป็นนวัตกรรมได้

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. ศึกษาและตั้งหัวข้อปัญหาพิเศษที่สนใจศึกษา

2. ศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับควันธูป

3. ศึกษาขั้นตอนวิธีการถดถอยโลจิสติค

4. ศึกษาประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ เพื่อนำมาเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

5. ศึกษาประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ร่วมกับวิธีการถดถอยโลจิสติค เพื่อนำไปทดสอบกับสถานที่จริง 1 สถานที่ โดยเป็นกรณีศึกษา

6. จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ และเตรียมนำเสนอ

7. นำเสนอปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน									
	2560					2561				
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
1. ตั้งหัวข้อปัญหาพิเศษที่สนใจศึกษา										
2. ศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับควันธูป										
3. ศึกษาขั้นตอนวิธีการถดถอยโลจิสติค										
4. ศึกษาประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์เพื่อนำมาเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล										
5. ศึกษาประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ร่วมกับวิธีการถดถอยโลจิสติคเพื่อนำไปทดสอบกับสถานที่จริง 1 สถานที่ โดยเป็นกรณีศึกษา										
6. จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษและเตรียมนำเสนอ										
7. นำเสนอปัญหาพิเศษ										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ในที่นี้กำหนดให้ Smoke คือ ควันธูป หรือ Incense Smoke

2. อุปกรณ์ TTP หมายความว่า อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้น เพื่อใช้ในการทดลองเก็บค่าของ SMOKE, TEMPERATURE, HUMIDITY และ LIGHT

3. ในที่นี้กำหนดให้ Smoke กับ Gas เป็นสิ่งเดียวกัน หมายความว่า เป็นสิ่งที่อุปกรณ์ TTP ตรวจวัดได้ทั้ง Smoke และ Gas โดยรวม

4. สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่อันตราย หมายความว่า สภาพแวดล้อม ณ บริเวณนั้นจะอันตราย ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยซึ่งในที่นี้ศึกษาเฉพาะตัวแปรของ SMOKE, TEMPERATURE, HUMIDITY และ LIGHT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี งานวิจัย และความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตรายโดยวิธีการถดถอยโลจิสติค คณะผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎี งานวิจัย และความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติค (Logistic Regression Analysis)

การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติคเป็นการวิเคราะห์เพื่อทำนายว่าเหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ หรือมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยกำหนดว่ามีตัวแปรตัวหนึ่งหรือหลายตัวแปรที่ส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์ที่เป็นทวิภาค (Dichotomous Variable) หรือพหุวิภาค (Polytomous Variable) ซึ่งการศึกษาปัญหาพิเศษนี้ จะศึกษาเฉพาะตัวแปรเกณฑ์ที่เป็นทวิภาค (Dichotomous Variable) เท่านั้น [11]

2.1.1 ข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติค

การวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติค มีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1. ตัวแปรทำนาย x สามารถเป็นข้อมูลระดับอันตรภาค (Interval Scale) ระดับอัตราส่วน (Ratio Scale) และถ้ามีตัวแปรทำนายมากกว่า 1 ตัวแปร สามารถเป็นข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) ได้

2. ค่าของตัวแปรตามและค่าคลาดเคลื่อนไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงแบบปกติ

3. ค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยจากการพยากรณ์มีค่าเป็นศูนย์

4. ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระต่อกัน (Non-Autocorrelation)

5. ตัวแปรทำนายแต่ละตัวไม่ควรมีความสัมพันธ์กันมากเกินไป กล่าวคือ ไม่ควรเกิดปัญหา Collinearity หรือ Multicollinearity

6. จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง คือ k ควรมากกว่าการวิเคราะห์ความถดถอยแบบปกติ โดยทั่วไป $k \geq 30p$ โดยที่ p เป็นจำนวนตัวแปรทำนาย [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ตัวแบบการถดถอยโลจิสติคอย่างง่าย (Simple Logistic Regression Model)

ถ้าตัวแปรเกณฑ์ Y เป็นแบบทวิภาค คือ มี 2 ค่า ได้แก่ 1 และ 0 ด้วยความน่าจะเป็น P_y และ $1-P_y$ ตามลำดับ แล้ว Y จะเป็นตัวแปรสุ่มแบบเบอร์นูลลี ที่มีพารามิเตอร์ $E(Y)=P_y$

ตัวแบบการถดถอยโลจิสติคอย่างง่าย คือ

$$Y_i = E(Y_i)+\varepsilon_i \qquad (2.1)$$

เนื่องจากการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน ε_i ขึ้นอยู่กับการแจกแจงแบบเบอร์นูลลีของผลตอบสนอง Y_i

เมื่อ Y_i เป็นตัวแปรสุ่มแบบเบอร์นูลลีที่เป็นอิสระต่อกัน ที่มีค่าคาดหมาย $E(Y_i)=P_i$ สามารถเขียนตัวแบบการถดถอยโลจิสติคอย่างง่าย คือ

$$E(Y_i)=P_i=\frac{e^{(b_0+b_1x_i)}}{1+e^{(b_0+b_1x_i)}} \qquad (2.2)$$

ค่าสังเกต x สมมติว่าเป็นค่าคงที่ที่ทราบค่า แต่ถ้าค่าสังเกต x เป็นตัวแปรสุ่ม แล้ว $E(Y_i)$ เป็นค่าคาดหมายแบบมีเงื่อนไข เมื่อกำหนดค่าของ x_i ให้

2.1.3 ตัวแบบการถดถอยโลจิสติคพหุคูณ (Multiple Logistic Regression Model)

ตัวแบบการถดถอยโลจิสติคอย่างง่ายสามารถขยายไปยังตัวแปรทำนายที่มากกว่า 1 ตัว และตัวแปรทำนายหลายตัวจำเป็นสำหรับการถดถอยโลจิสติคเพื่อให้ได้การอธิบายที่เพียงพอ ซึ่งตัวแบบการถดถอยโลจิสติคพหุคูณ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$E(Y_i)=P_i=\frac{e^{(X_i'B)}}{1+e^{(X_i'B)}} \qquad (2.3)$$

เมื่อ $B=\begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_p \end{bmatrix}$ และ $X_i=\begin{bmatrix} 1 \\ x_{i1} \\ x_{i2} \\ \vdots \\ x_{ip} \end{bmatrix}$; $i=1,2,\ldots,k$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function)

เนื่องจากค่าสังเกต Y_i แต่ละค่าเป็นตัวแปรสุ่มแบบเบอร์นูลลี

โดยที่ $P(Y_i = 1) = P_i$ (เหตุการณ์ที่สนใจ)

$P(Y_i = 0) = 1 - P_i$ (เหตุการณ์ที่ไม่สนใจ)

สามารถหาฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ Y_i ได้ดังนี้

$$f_i(Y_i) = P_i^{Y_i}(1-P_i)^{1-Y_i} \quad \text{เมื่อ } Y_i = 0,1 \text{ และ } i = 1,2,\ldots,\mathrm{k}$$

จะเห็นว่า $f_i(1) = P_i$ และ $f_i(0) = 1 - P_i$

ดังนั้น $f_i(Y_i)$ เป็นความน่าจะเป็นที่ $Y_i = 1$ หรือ $Y_i = 0$

เนื่องจากค่าสังเกต Y_i แต่ละค่าเป็นอิสระต่อกัน ฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วมของ Y_i คือ

$$\begin{aligned} g(Y_{1,\ldots,}Y_n) &= \prod_{i=1}^{n} f_i(Y_i) \\ &= \prod_{i=1}^{n} P_i^{Y_i}(1-P_i)^{1-Y_i} \end{aligned} \qquad (2.4)$$

หาค่าประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุดได้โดยการหาล็อกการิทึมของฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วม ดังนี้

$$\begin{aligned} \log_e L(b_0,b_1) &= \log_e g(Y_{1,\ldots,}Y_n) \\ &= \log_e \prod_{i=1}^{n} P_i^{Y_i}(1-P_i)^{1-Y_i} \\ &= \sum_{i=1}^{n} \log_e \left[P_i^{Y_i}(1-P_i)^{1-Y_i} \right] \\ &= \sum_{i=1}^{n} \left[\log_e P_i^{Y_i} + \log_e (1-P_i)^{1-Y_i} \right] \\ &= \sum_{i=1}^{n} \left[\mathrm{Y}_i \log_e P_i + (1-Y_i)\log_e (1-P_i) \right] \\ &= \sum_{i=1}^{n} \left[\mathrm{Y}_i \log_e \left(\frac{P_i}{1-P_t} \right) \right] + \sum_{i=1}^{n} \log_e (1-P_i) \end{aligned} \qquad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในลำดับถัดไปจะแสดงในส่วนของ $\log_e(1-P_i)$ และ $\log_e\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right)$ เพื่อนำไปแทนในสมการที่ (2.5) ดังนี้

แสดงในส่วนของ $\log_e(1-P_i)$

เนื่องจาก $$1-P_i = 1-\frac{e^{(b_0+b_1x_i)}}{1+e^{(b_0+b_1x_i)}}$$

$$= \frac{1+e^{(b_0+b_1x_i)}-e^{(b_0+b_1x_i)}}{1+e^{(b_0+b_1x_i)}}$$

$$= \frac{1}{1+e^{(b_0+b_1x_i)}}$$

$$= \left[1+e^{(b_0+b_1x_i)}\right]^{-1}$$

ดังนั้น $$\log_e(1-P_i) = -\log_e\left[1+e^{(b_0+b_1x_i)}\right] \qquad (2.6)$$

และ แสดงในส่วนของ $\log_e\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right)$

เนื่องจาก $$\frac{P_i}{1-P_i} = \frac{\frac{e^{(b_0+b_1x_i)}}{1+e^{(b_0+b_1x_i)}}}{\frac{1}{1+e^{(b_0+b_1x_i)}}}$$

$$= e^{(b_0+b_1x_i)}$$

ดังนั้น $$\log_e\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = b_0+b_1x_i \qquad (2.7)$$

สมการที่ (2.7) เรียกว่า logit และเมื่อนำสมการที่ (2.6) กับ (2.7) แทนลงในสมการที่ (2.5) จะได้

$$\log_e L(b_0,b_1) = \sum_{i=1}^{n} Y_i(b_0+b_1x_i) - \sum_{i=1}^{n}\log_e\left[1+e^{(b_0+b_1x_i)}\right] \qquad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันล็อก–ภาวะน่าจะเป็นสำหรับการถดถอยโลจิสติคอย่างง่าย สามารถขยายไปยังฟังก์ชันล็อก–ภาวะน่าจะเป็นสำหรับการถดถอยโลจิสติคพหุคูณได้ คือ

$$\log_e L(B) = \sum_{i=1}^{n} Y_i \left(X_i' B\right) - \sum_{i=1}^{n} \log_e \left[1 + e^{\left(X_i' B\right)}\right] \qquad (2.9)$$

ค่าประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของ B ในตัวแบบการถดถอยโลจิสติค ที่ทำให้ฟังก์ชันล็อก–ภาวะน่าจะเป็น $\log_e L(B)$ มีค่ามากที่สุด จะพบว่าไม่สามารถหารูปอย่างง่ายสำหรับค่าของ B ที่ทำให้ฟังก์ชันล็อก–ภาวะน่าจะเป็นมีค่ามากที่สุดได้ ซึ่งจะใช้วิธีการค้นหาเชิงตัวเลขโดยคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

2.1.5 การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติค

2.1.5.1 สถิติทดสอบวอลด์ (Wald Test)

สถิติทดสอบวอลด์ เป็นการทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติคของตัวแปรทำนายแต่ละตัว โดยมีการแจกแจงแบบไค–สแควร์ ที่มีจำนวนองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 1

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ คือ

$H_0 : b_i = 0$ (ตัวแปรทำนายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ logit)

$H_1 : b_i \neq 0$ (ตัวแปรทำนายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ logit)

โดยที่ $i = 0,1,\ldots,\mathrm{p}$

สถิติทดสอบ คือ

$$Wald = \left(\frac{b_i}{SE\left(b_i\right)}\right)^2 \quad ; i = 0,1,\ldots,\mathrm{p} \qquad (2.10)$$

ถ้าค่า $Wald$ ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าไค–สแควร์จากตารางแล้ว นั่นคือจะยอมรับ H_1 : ตัวแปรทำนายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ logit และค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก แสดงว่าตัวแปรทำนายนั้นมีผลต่อการเพิ่มความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ และถ้าค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ แสดงว่าตัวแปรทำนายนั้นลดความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2 สถิติทดสอบอัตราส่วนความควรจะเป็น

Model Chi–Square เป็นสถิติทดสอบอัตราส่วนความควรจะเป็น ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงผลต่างของค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์ของสมการถดถอยโลจิสติคที่ไม่มีตัวแปรทำนาย (มีเฉพาะค่าคงที่) กับค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์ของสมการถดถอยโลจิสติคที่มีตัวแปรทำนาย p ตัว

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ คือ

$H_0 : b_i = 0$ (สัมประสิทธิ์ถดถอยโลจิสติคทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์)

$H_1 : b_i \neq 0$ (สัมประสิทธิ์ถดถอยโลจิสติคบางตัวมีค่าเท่ากับศูนย์)

โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, \mathrm{p}$

สถิติทดสอบ คือ

$$Model\ Chi-Square = -2\log_e\left[\frac{L(0)}{L(p)}\right]$$

$$= \left[-2LL(0)\right] - \left[-2LL(p)\right]$$

นั่นคือ $Model\ Chi-Square = [-2LL\,(\text{ที่มีเฉพาะค่าคงที่})] - [-2\,\mathrm{LL}\,(\text{มีตัวแปรทำนาย } p \text{ ตัว})]$ (2.11)

องศาความเป็นอิสระ (df) = ผลต่างของจำนวนตัวแปรทำนายใน 2 สมการถดถอยโลจิสติค

ถ้า $Model\ Chi-Square$ ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าไค–สแควร์จากตารางแล้ว นั่นคือจะยอมรับ H_1 : จะมี b_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่ไม่เท่ากับศูนย์

2.1.6 การวัดระดับความสัมพันธ์ของสมการถดถอยโลจิสติค

2.1.6.1 พิจารณาค่า Cox & Snell R Square

สถิติทดสอบ Cox & Snell R square (R^2_{CS}) เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของสมการถดถอยโลจิสติค อธิบายความแปรปรวนหรือความผันแปร โดยค่า R^2_{CS} จะน้อยกว่า 1 เสมอ

$$R^2_{CS} = 1 - e^{\left[\frac{1}{k}[[-2LL(p)]-[-2LL(0)]]\right]} \qquad (2.12)$$

เมื่อ k คือ จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.2 พิจารณาค่า Nagelkerke R Square

สถิติทดสอบ Nagelkerke R square (R_N^2) จะมีลักษณะเหมือนกับสถิติทดสอบ Cox & Snell R square แต่จะมีค่ามากกว่าค่า R_{CS}^2 เสมอ

$$R_N^2 = \frac{1-e^{\left[\frac{1}{k}\left[[-2LL(p)]-[-2LL(0)]\right]\right]}}{1-e^{\left[\left[\frac{1}{k}\right][-2LL(0)]\right]}} \qquad (2.13)$$

เมื่อ k คือ จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

2.1.7 การตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยโลจิสติค

2.1.7.1 สถิติทดสอบความเหมาะสมของ Hosmer and Lemeshow

สถิติทดสอบ Hosmer and Lemeshow เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยโลจิสติค โดยจะแบ่งกลุ่มออกเป็น 10 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน โดยการพิจารณาจากค่าประมาณของโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิด โดยใช้สถิติทดสอบไค-สแควร์ ซึ่งขนาดตัวอย่างต้องมีจำนวนมาก เพื่อที่จะทำให้กลุ่มที่คาดไว้มีค่ามากกว่า 5 และไม่ควรมีกลุ่มใดที่มีค่า $E_j < 1$

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ คือ

H_0 : สมการถดถอยโลจิสติคมีความเหมาะสม

H_1 : สมการถดถอยโลจิสติคไม่มีความเหมาะสม

สถิติทดสอบ คือ

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{10}\sum_{g=0}^{1}\frac{\left(O_{jg}-E_{jg}\right)^2}{E_{jg}} \qquad (2.14)$$

โดยที่ O_{j0} คือ ค่าที่สังเกตได้ของจำนวนที่ไม่สนใจ

O_{j1} คือ ค่าที่สังเกตได้ของจำนวนที่สนใจ

E_{j0} คือ ค่าคาดหมายของจำนวนที่ไม่สนใจ

E_{j1} คือ ค่าคาดหมายของจำนวนที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาความเป็นอิสระ (df) = จำนวนกลุ่ม –2

ถ้าค่าไค–สแควร์จากการคำนวณ มีค่าน้อยกว่าค่าไค–สแควร์จากตารางแล้ว นั่นคือ จะยอมรับ H_0 : สมการถดถอยโลจิสติคมีความเหมาะสม [8]

2.1.7.2 พิจารณาค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค

เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของสมการถดถอยโลจิสติค

	FALSE	TRUE
0	a	b
1	c	d

จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวนที่ไม่สนใจ $(a+b)$ จำนวน เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติคพยากรณ์ พบว่ามีจำนวนที่ไม่สนใจ a จำนวน จึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ

$$\left(\frac{a}{a+b}\right)\times 100 \qquad (2.15)$$

จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวนที่สนใจ $(c+d)$ จำนวน เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติคพยากรณ์ พบว่ามีจำนวนที่สนใจ d จำนวน จึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ

$$\left(\frac{d}{c+d}\right)\times 100 \qquad (2.16)$$

ร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องเฉลี่ยโดยรวม คือ

$$\left(\frac{a+d}{a+b+c+d}\right)\times 100 \qquad (2.17)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เป็นวิธีการที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $\left(r_{xy}\right)$ มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 ซึ่งค่าลบจะแสดงความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม และค่าบวกจะแสดงความสัมพันธ์เป็นไปในทางเดียวกัน [10] ดังนี้

$0.00 \le r_{xy} < 0.25$ ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

$0.25 \le r_{xy} < 0.50$ ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

$0.50 \le r_{xy} < 0.75$ ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

$0.75 \le r_{xy} \le 1.00$ ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงยิ่ง

หมายเหตุ ค่าของ r_{xy} กับค่าของ $-r_{xy}$ จะให้ความสัมพันธ์ในระดับเดียวกัน เพียงแต่ค่าของ r_{xy} จะแสดงความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน และค่าของ $-r_{xy}$ จะแสดงความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน $\left(r_{xy}\right)$ คำนวณได้จาก

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{k}\left(x_i - \bar{x}\right)\left(y_i - \bar{y}\right)}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{k}\left(x_i - \bar{x}\right)^2\right]\left[\sum_{i=1}^{k}\left(y_i - \bar{y}\right)^2\right]}} \qquad (2.18)$$

เมื่อ r_{xy} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างข้อมูล x กับข้อมูล y

x_i คือ จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างชุดที่หนึ่ง โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, k$

y_i คือ จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างชุดที่สอง โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, k$

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล x_i

$\bar{y}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล y_i

k คือ จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (Ambient Air Quality Standards) [1]

ตารางที่ 2.1 แสดงมาตรฐานสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไป

(Volatile Organic Compounds : VOCs)

สารมลพิษ		ค่าเฉลี่ย 1 ปี $\mu g / m^3$	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง $\mu g / m^3$
1.	เบนซีน (Benzene)	1.7	7.6
2.	ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride)	10	20
3.	1,2 – ไดคลอโรอีเทน (1,2 - Dichloroethane)	0.4	48
4.	ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene)	23	130
5.	ไดคลอโรมีเธน (Dichloromethane)	22	210
6.	1,2 – ไดคลอโรโพรเพน (1,2 - Dichloropropane)	4	82
7.	เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylenc)	200	400
8.	คลอโรฟอร์ม (Chloroform)	0.43	57
9.	1,3 – บิวทาไดอีน (1,3 - Butadiene)	0.33	5.3
10.	อะซิทัลดีไฮด์ (Acetaldehyde)	-	860
11.	อะครอลีน (Acrolein)	-	0.55
12.	อะคริโลไนไตร (Acrylonitrile)	-	10
13.	เบนซิลคลอไรด์ (Benzyl Chloride)	-	12
14.	โบรโมมีเธน (Bromomethane)	-	190
15.	1,4 – ไดออกเซน (1,4 - Dioxane)	-	860
16.	คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride)	-	150
17.	1,2 – ไดโบรโมอีเธน (1,2 - Dibromoethane)	-	370
18.	1,4 – ไดคลอโรเบนซีน (1,4 - Dichlorobenzene)	-	1,100
19.	1,1,2,2 – เตตระคลอโรอีเธน (1,1,2,2 - Tetrachloroethane)	-	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[7] จากงานวิจัย กล่าวว่า ควันธูปเกิดจากการเผาไหม้ของธูป ในควันธูปประกอบไปด้วยสารพิษต่าง ๆ ได้แก่

เบนซีน (Benzene) สูตรโมเลกุล C_6H_6 เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ หากได้รับสารนี้เข้าไปเป็นเวลานาน จะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังและดวงตา ปวดศีรษะ หัวใจเต้นผิดปกติ หายใจติดขัด ความดันโลหิตลดลง ชัก ง่วงซึม ระบบหายใจล้มเหลว และถึงแก่ความตาย

โทลูอีน (Toluene) สูตรโมเลกุล C_7H_8 ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อระบบหายใจ ผิวหนัง ดวงตา ถ้าเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากจะมึนเมา ชัก หมดสติ และถึงแก่ความตาย

ไซลีน (Xylene) สูตรโมเลกุล $C_{24}H_{30}$ ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อตา จมูกและลำคอ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง นอกจากนี้อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์

เพอร์คลอโรเอทธิลีน (Perchloroethylene) สูตรโมเลกุล C_2Cl_4 ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อจมูก และลำคอ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ง่วงซึม ทำอันตรายต่อตับและไต

ไดคลอโรเบนซีน (Dichlorobenzene) สูตรโมเลกุล $C_2H_4Cl_6$ เป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ แต่ยังไม่มีหลักฐานว่าเป็นสารก่อมะเร็งในคน

[5] จากงานวิจัย กล่าวว่า ควันธูป 1 ดอก มีสารก่อมะเร็งเท่าบุหรี่ 1 มวน ซึ่งจากการวิจัยได้ทำการตรวจหาปริมาณสารก่อมะเร็งในอากาศมีการจุดธูป ปริมาณมากจากวัด 3 แห่ง ในจังหวัดอยุธยา ฉะเชิงเทรา และสมุทรปราการ พร้อมทั้งการตรวจเลือดและปัสสาวะของคนงานในวัด จำนวน 40 คน เปรียบเทียบกับคนงานในหน่วยงานที่ไม่มีการจุดธูป จำนวน 25 คน เพื่อดูว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรมหรือไม่ เนื่องจากระยะเริ่มต้นของการเป็นมะเร็ง คือ การเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม และเพื่อให้ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด คนที่นำมาตรวจจึงเป็นเพศเดียวกัน อายุใกล้เคียงกัน ไม่สูบบุหรี่เหมือนกัน และเลือกวัดต่างจังหวัดเพื่อหลีกเลี่ยงมลพิษจากท่อไอเสียเช่นเดียวกัน และผลการวิจัยพบสารก่อมะเร็งในควันธูป 3 ชนิด ได้แก่ เบนซีน บิวทาไดอีน และเบนโซเอไพรีน ซึ่งสารกลุ่มนี้ล้วนได้รับการยืนยันจากทั่วโลกว่าเป็นสารก่อมะเร็ง ที่สำคัญปริมาณที่พบยังมีความเข้มข้นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้หลายสิบเท่าตัว โดยสารเบนซีนที่ตรวจพบในวัดมีถึง 94 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่ความปลอดภัยกำหนดไว้ไม่ควรมีความเข้มข้นเกิน 1.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนชุมชนแถวมาบตาพุดพบ 2.2 – 3.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สารตัวที่ 2 คือ บิวทาไดอีน พบในวัด 11 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มาตรฐานระบุว่าไม่ควรเกิน 0.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มาบตาพุดวัดได้ 0.55 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสารเบนโซเอไพรีน ตรวจพบในวัด 2.52 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มาตรฐานระบุว่าไม่ควรเกิน 0.25 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ยังได้ศึกษาเปรียบเทียบสารเบนโซเอไพรีน ซึ่งเป็นสารที่มีศักยภาพในการก่อมะเร็งสูงที่สุด ในสถานที่ที่จุดธูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับไม่จุดธูป พบว่าในวัดมีสารเบนโซเอไพรีนสูงกว่าสถานที่ที่ไม่จุดธูป 63 เท่า ซึ่งหากเปรียบเทียบง่าย ๆ จะพบว่า ธูป 1 ดอก ที่ถูกจุดมีปริมาณสารก่อมะเร็งไม่ต่างจากบุหรี่ 1 มวน

[9] รายงานข่าวเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2561 เรื่อง กรมอนามัย เตือน 3 สารอันตรายจากควันธูป สูดดมสะสมเสี่ยงมะเร็ง

รูปที่ 2.1 เตือน 3 สารอันตรายจากควันธูป สูดดมสะสมเสี่ยงมะเร็ง

นายกมล เชียงวงค์ รองผู้ว่าราชการจังหวัดสมุทรปราการ กล่าวว่า จังหวัดสมุทรปราการได้รับแจ้งจากกรมอนามัยว่า การจุดธูปจำนวนมาก ๆ แต่ละครั้ง ธูปที่เผาไหม้จะปล่อยฝุ่นละอองและสารมลพิษออกมามากมาย ซึ่งมีสารบางชนิดที่อาจเป็นสารก่อมะเร็ง โดยเฉพาะสารเบนซีน บิวทาไดอีน และเบนโซเอไพรีน เป็นสารก่อมะเร็งที่เกิดจากการเผาไหม้ของกาว ขี้เลื่อยและน้ำหอมในธูป สารดังกล่าวสามารถก่อมะเร็งได้หลายชนิด เช่น มะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งเม็ดเลือด มะเร็งปอด และมะเร็งกระเพาะปัสสาวะ นอกจากนี้ในควันธูปยังมีสารมลพิษอีกหลายชนิดที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น มีฤทธิ์ทำให้เกิดอาการระคายเคืองตาและระบบทางเดินหายใจ เช่น ตาแห้ง แสบตา น้ำตาไหล ระคายเคืองจมูก จาม ไอ ระคายคอ หายใจลำบาก และยังทำให้ปวดศีรษะ เหนื่อยล้า ง่วงนอน และหมดสติ หากสูดดมระยะเวลายาวนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[4] กล่าวในบทความฝุ่นพิษจิ๋ว PM 2.5 ภัยที่มองไม่เห็น ว่า AQI ตามเกณฑ์ของ USEPA ระบุว่า ค่า 0–50 แปลว่าคุณภาพดี 51–100 ปานกลาง 101–150 มีผลกระทบต่อสุขภาพสำหรับกลุ่มอ่อนไหว 151–200 มีผลกระทบต่อสุขภาพ 201–300 มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก และ 301–500 อันตราย เมื่อตรวจวัดที่ศาลพระพรหมที่แยกราชประสงค์ ที่เต็มไปด้วยคนไทยและชาวต่างชาติในพื้นที่นั้น ดัชนีคุณภาพอากาศบนเครื่องวัดฝุ่นละอองถึงกับขึ้นสุดขีดจำกัดที่ USEPA/SEPA AQI = 500 จากควันธูปที่เต็มไปทั่วบริเวณจนทำให้หายใจลำบาก ในขณะเดียวกัน ค่า PM 2.5 ก็วัดได้ 674 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสูงถึง 900 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในบางช่วง โดยการจะตรวจสอบคุณภาพอากาศได้อย่างแม่นยำเพื่อแสดงให้เห็นถึงดัชนีคุณภาพอากาศโดยรวมที่แท้จริงนั้น จำเป็นที่จะต้องพิจารณาหลายปัจจัยและสถานการณ์อื่น ๆ เช่นกัน ซึ่งไม่ใช่แค่การพิจารณาระดับมลพิษทางอากาศต่าง ๆ เช่น ช่วงและระยะเวลา ความถี่ อุณหภูมิ สภาพอุตุนิยมวิทยา ความเร็วและทิศทางลม เป็นต้น และในปีพุทธศักราช 2556 องค์การอนามัยโลก (WHO) กำหนดอย่างเป็นทางการว่าให้ PM 2.5 จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 ของสารก่อมะเร็ง

รูปที่ 2.2 ฝุ่นพิษจิ๋ว PM 2.5 ภัยที่มองไม่เห็น

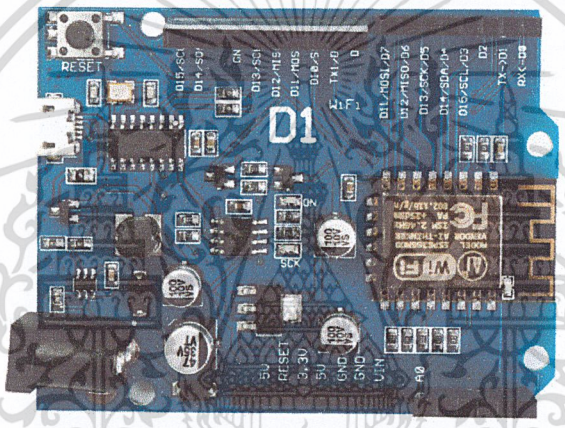
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

โดยจะกล่าวถึงอุปกรณ์ และฟังก์ชันการใช้งานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษนี้เท่านั้น

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source โดยมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software บอร์ด Arduino ถูกออกแบบเพื่อให้ใช้งานได้ง่าย และสามารถพัฒนาต่อยอดได้ทั้งตัวบอร์ดและโปรแกรม

2.4.1 บอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266



รูปที่ 2.3 บอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266

ข้อมูลของบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266

1. CPU RISC แบบ 32 บิต
2. ความเร็วนาฬิกา 80 เมกกะเฮิร์ทซ์ และมี I2S
3. RAM คำสั่ง 64 กิโลไบต์ และข้อมูล 96 กิโลไบต์
4. หน่วยความจำแฟลชขนาด 4 ถึง 8 เมกกะไบต์
5. 16 หมุด GPIO รวมทั้ง I2C และ SPI
6. มี 1 ADC และมี WiFi ในบอร์ด

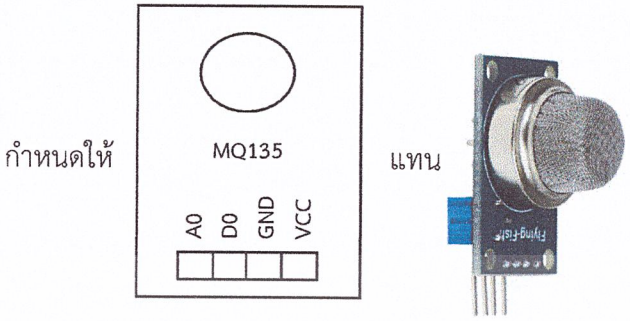
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การกำหนดช่องการต่อวงจรไฟฟ้าของบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 [13]

Arduino Pin	ESP-8266 Pin	Function
A0	A0	Analog Input
D0	GPIO3	Rx
D1	GPIO1	Tx
D2	GPIO16	I/O
D3	GPIO5	I/O,SCL
D4	GPIO4	I/O,SDA
D5	GPIO14	I/O,SCK
D6	GPIO12	I/O,MISO
D7	GPIO13	I/O,MOSI
D8	GPIO0	I/O
D9	GPIO2	I/O,Tx1
D10	GPIO15	I/O,SS
D11	GPIO13	I/O,MOSI
D12	GPIO12	I/O,MISO
D13	GPIO14	I/O,SCK
D14	GPIO4	I/O,SDA
D15	GPIO5	I/O,SCL
GND	GND	GROUND
5V	5V	5V
3.3V	3.3V	3.3V
RESET	RESET	RESET
VIN	VIN	VIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 เซนเซอร์แก๊ส (MQ135)



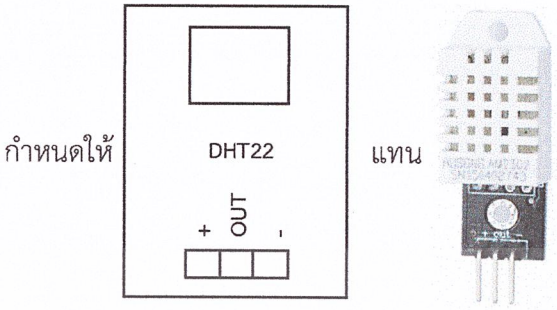
รูปที่ 2.4 เซนเซอร์แก๊ส (MQ135)

ข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์แก๊ส (MQ135)

1. ใช้แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์
2. มีประเภทแอนะล็อก และดิจิทัล
3. มีความไวต่อสารเบนซีน แอลกอฮอล์ และควัน และสามารถปรับความไวได้
4. สามารถตรวจวัดได้ในช่วง 0 ถึง 1024 ppm
5. สัญญาณเอาต์พุต TTL อยู่ในระดับต่ำ [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 เซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (DHT22)



รูปที่ 2.5 เซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (DHT22)

ข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (DHT22)

1. ใช้แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ 3.3 ถึง 5.5 โวลต์

2. มีสัญญาณเอาต์พุต และสัญญาณดิจิทัลผ่านสาย 1 บัส

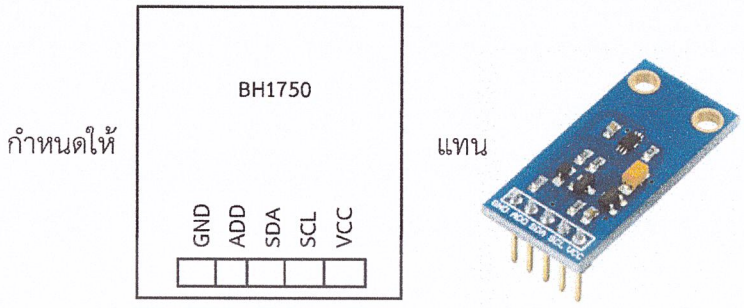
3. สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง –40 ถึง 80 องศาเซลเซียส และมีค่าความคลาดเคลื่อน 0.5 องศาเซลเซียส

4. สามารถวัดความชื้นได้ในช่วง 0 ถึง 100 RH% และมีค่าความคลาดเคลื่อน 2 RH%

5. มีความไวการวัดอุณหภูมิ 0.1 องศาเซลเซียส และความไวการวัดความชื้น 0.1 RH% [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 เซนเซอร์ความเข้มแสง (BH1750)



รูปที่ 2.6 เซนเซอร์ความเข้มแสง (BH1750)

ข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์ความเข้มแสง (BH1750)

1. ใช้แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ 3.3 ถึง 5.0 โวลต์
2. ความสว่างเป็น Digital Converter
3. สามารถวัดแสงได้ในช่วง 1 ถึง 65535 lx ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร
4. ใช้การเชื่อมต่อแบบ I2C ความถี่สูงสุด 400 กิโลเฮิร์ทซ์
5. สามารถเลือก I2C slave-address ได้ 2 ประเภท [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 โปรแกรม Arduino IDE

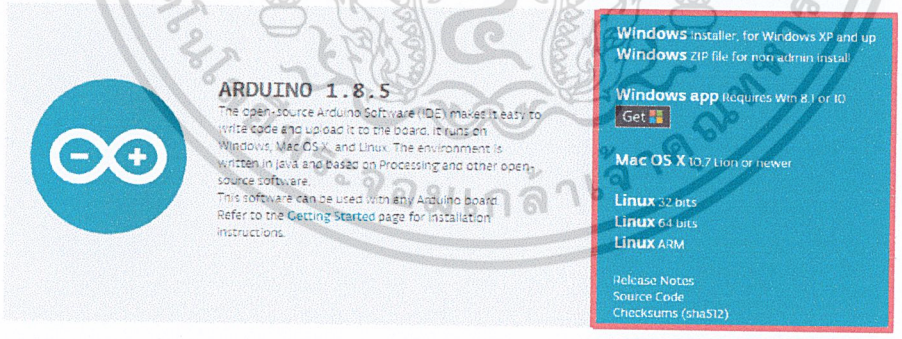
โปรแกรม Arduino IDE เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ด Arduino ใช้ในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด Arduino IDE

ขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์ Arduino IDE มีดังนี้

1. ดาวน์โหลด Arduino IDE จาก https://www.arduino.cc โดยเลือกที่เมนู SOFTWARE > DOWNLOADS ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 แสดงหน้าเว็บไซต์ของโปรแกรม Arduino IDE

2. เลือกระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรม Arduino



รูปที่ 2.8 แสดงหน้า Download the Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกระบบปฏิบัติการที่ต้องการติดตั้ง

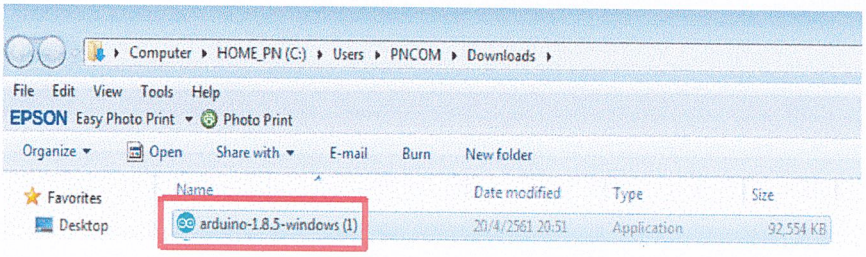
1. Windows Installer, for Windows XP and up
2. Windows ZIP file for non admin install
3. Windows app Requires Win 8.1 or 10
4. Mac OS X 10.7 Lion or newer
5. Linux 32 bits
6. Linux 64 bits
7. Linux ARM

3. จากข้อที่ 2. (ในที่นี้เลือก Windows Installer, for Windows XP and up) และเลือก JUST DOWNLOAD ดังรูปที่ 2.9

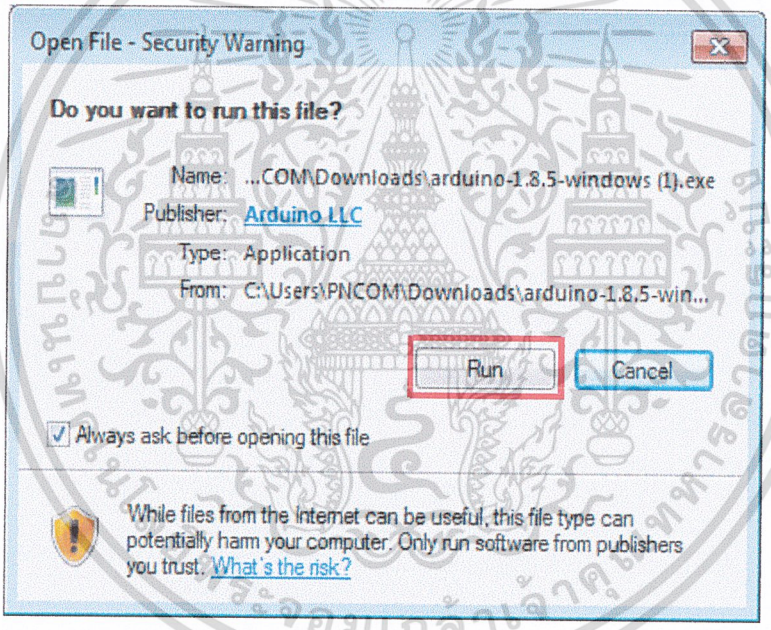
รูปที่ 2.9 แสดงหน้า JUST DOWNLOAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บันทึกไฟล์ดังรูปที่ 2.10 และติดตั้งโดยคลิกที่ RUN ดังรูปที่ 2.11



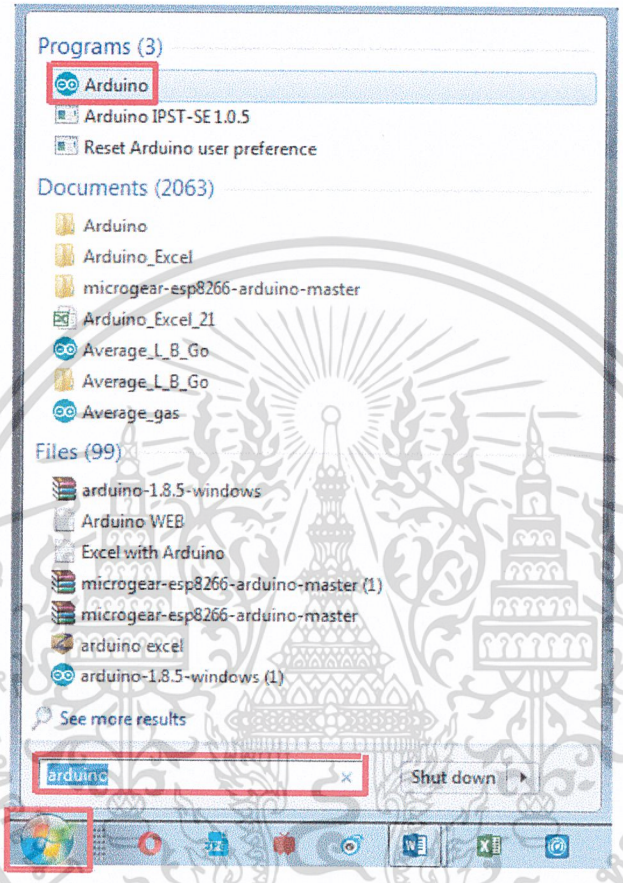
รูปที่ 2.10 แสดงหน้าการบันทึกไฟล์โปรแกรม Arduino IDE



รูปที่ 2.11 แสดงหน้าการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

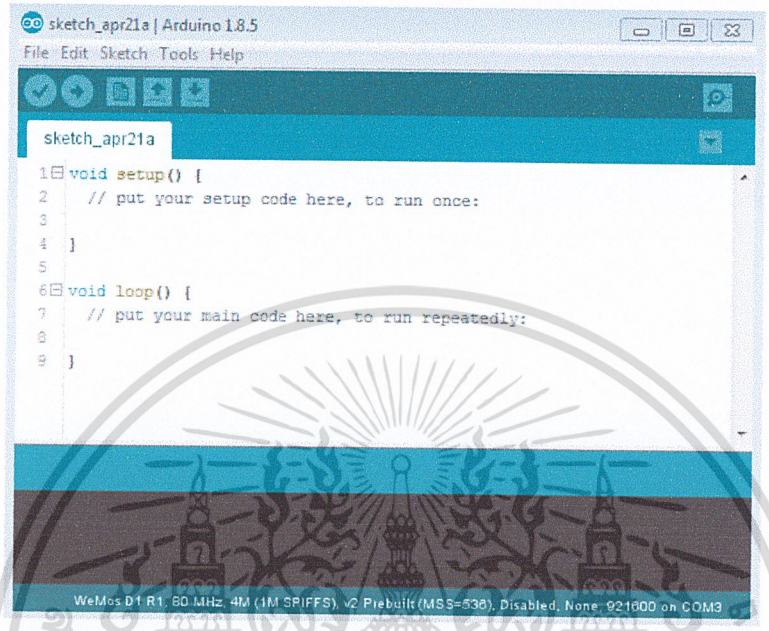
5. เปิดโปรแกรม Arduino IDE โดยไปที่ Start ค้นหาว่า arduino จะพบโปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 2.12 และเปิดโปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.12 แสดงหน้าการเปิดโปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อเปิดโปรแกรม Arduino IDE จะได้ดังรูปที่ 2.13



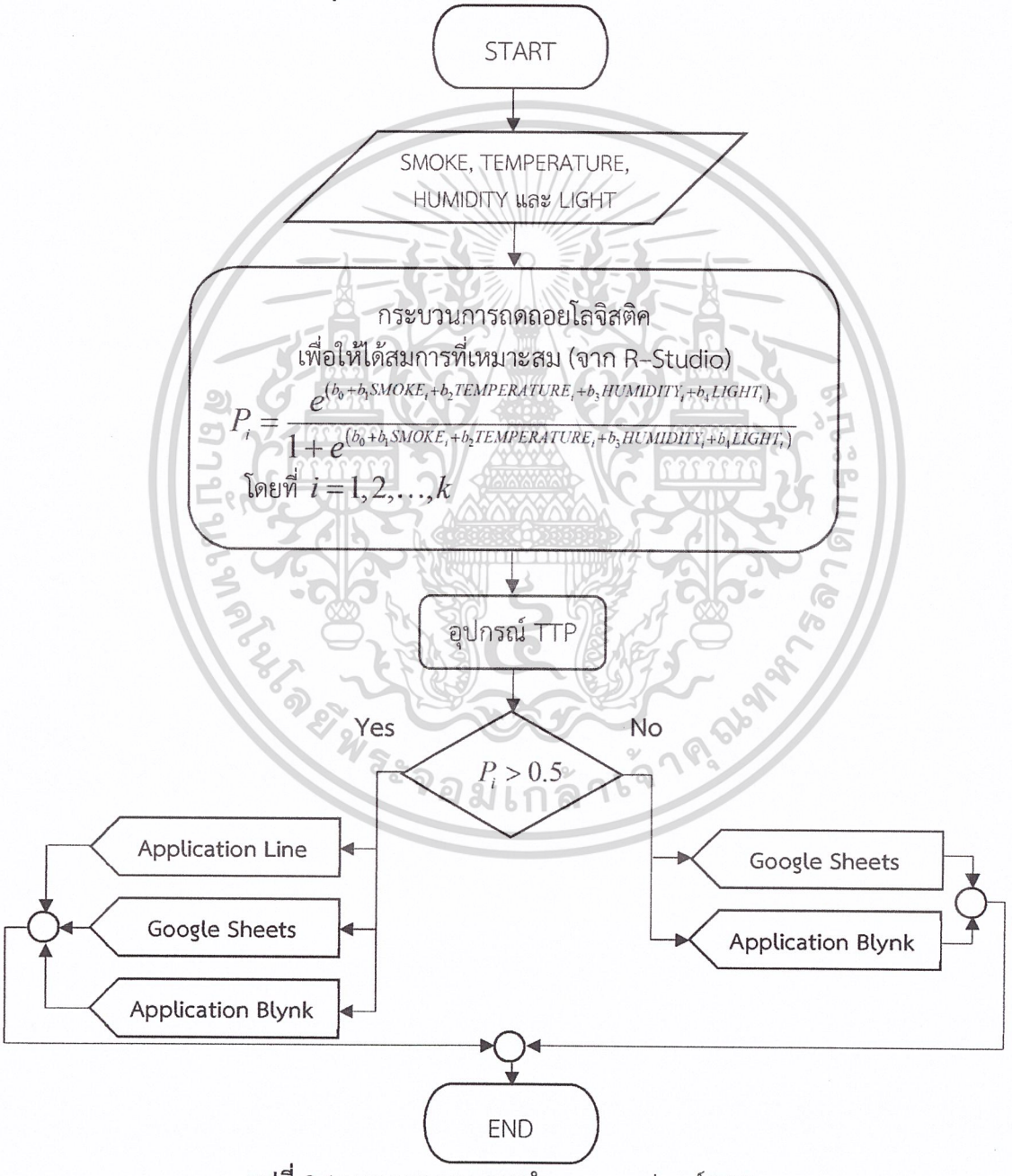
รูปที่ 2.13 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE (Version 1.8.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กระบวนการทำงานของอุปกรณ์ TTP

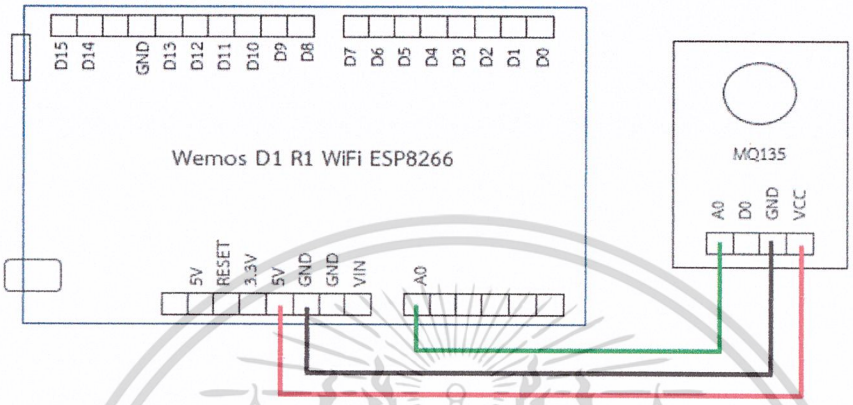


รูปที่ 3.1 แสดงกระบวนการทำงานของอุปกรณ์ TTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การสร้างอุปกรณ์ TTP

3.2.1 การต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์แก๊ส (MQ135) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266



รูปที่ 3.2 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์แก๊ส (MQ135) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266

มีขั้นตอนการต่อวงจรไฟฟ้า ดังนี้

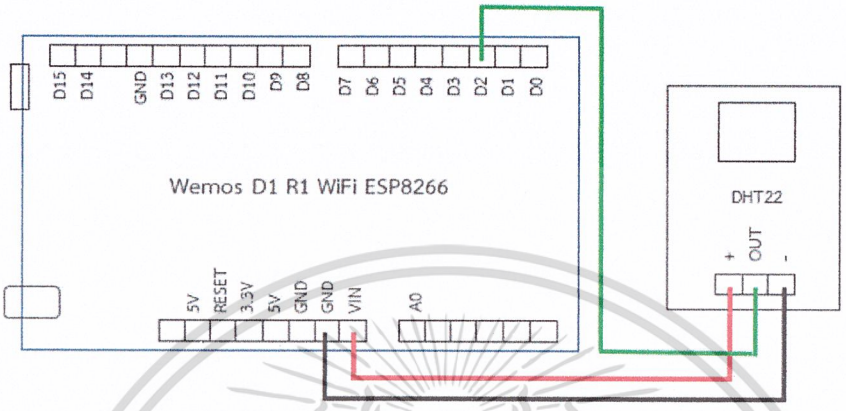
1. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง A0 ไปยังช่อง A0 ของเซนเซอร์ MQ135

2. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง GND ไปยังช่อง GND ของเซนเซอร์ MQ135

3. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง 5V ไปยังช่อง VCC ของเซนเซอร์ MQ135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (DHT22) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266



รูปที่ 3.3 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น (DHT22) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266

มีขั้นตอนการต่อวงจรไฟฟ้า ดังนี้

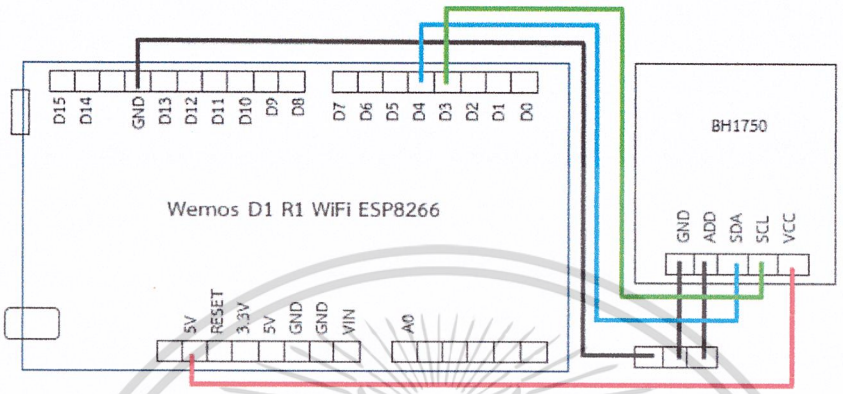
1. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง D2 ไปยังช่อง OUT ของเซนเซอร์ DHT22

2. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง GND ไปยังช่อง – ของเซนเซอร์ DHT22

3. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง VIN ไปยังช่อง + ของเซนเซอร์ DHT22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์ความเข้มแสง (BH1750) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266



รูปที่ 3.4 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างเซนเซอร์ความเข้มแสง (BH1750) กับบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266

มีขั้นตอนการต่อวงจรไฟฟ้า ดังนี้

1. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง D3 ไปยังช่อง SCL ของเซนเซอร์ BH1750

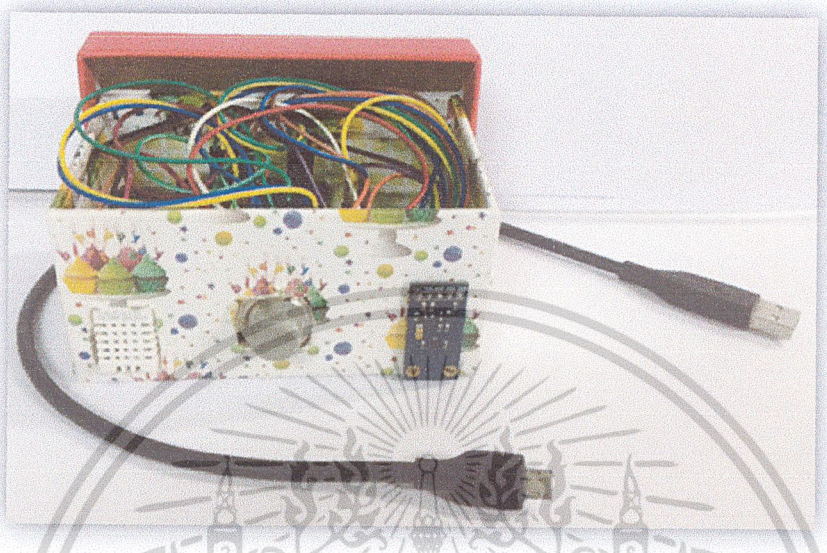
2. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง D4 ไปยังช่อง SDA ของเซนเซอร์ BH1750

3. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง GND ไปยังช่องใดช่องหนึ่งของบอร์ดเสริม และต่อช่อง GND กับช่อง ADD ของเซนเซอร์ BH1750 มายังบอร์ดเสริมในช่องเดียวกับการต่อสาย GND ของ Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ที่ต่อไว้แล้ว

4. ต่อสายไฟไปจากบอร์ด Wemos D1 R1 WiFi ESP8266 ช่อง 5V ไปยังช่อง VCC ของเซนเซอร์ BH1750

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำตามขั้นตอนที่ 3.2.1 ถึง 3.2.3 จะได้อุปกรณ์ TTP ดังรูปที่ 3.5



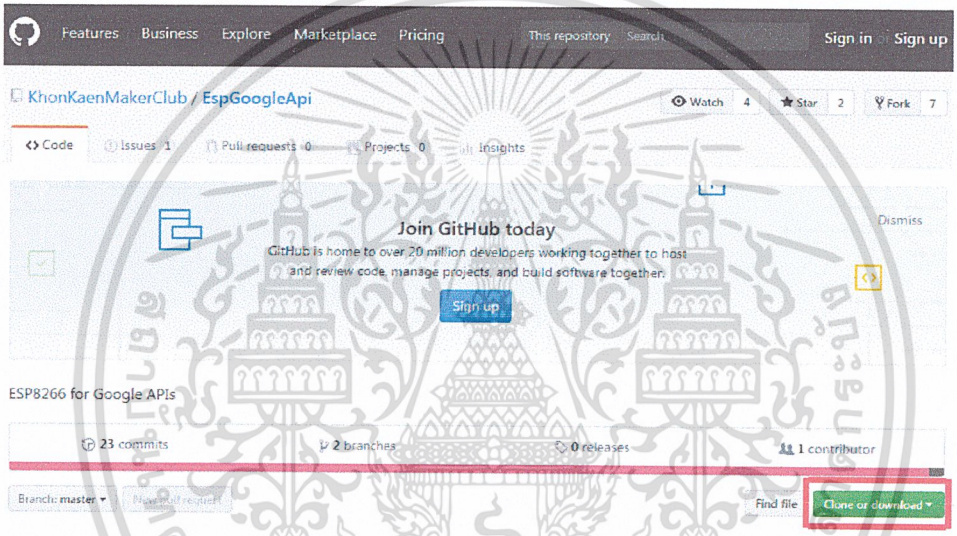
รูปที่ 3.5 แสดงอุปกรณ์ TTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง TTP กับ Google Sheets

เมื่ออุปกรณ์ TTP มีการใช้งานจะส่งข้อมูลไปยัง Google sheets โดยข้อมูลจะมีระบบ Real Time Save อัตโนมัติไว้ที่ Server ของ Google และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง TTP กับ Google Sheets มีขั้นตอนดังนี้

1. ใช้ Libraries Google Api สามารถดาวน์โหลดได้จาก https://github.com/KhonKaen MakerClub/EspGoogleApi และคลิกที่ Clone or download

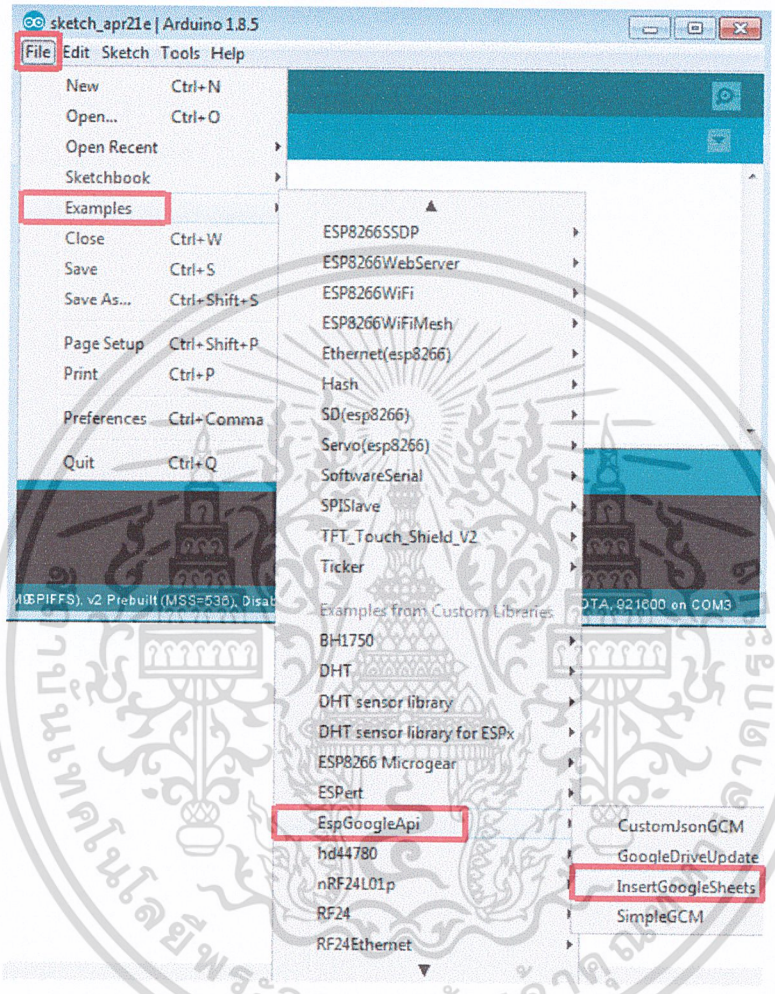


รูปที่ 3.6 แสดงหน้าการดาวน์โหลด Libraries EspGoogleApi

โดยนำไฟล์ที่ดาวน์โหลดมา ไปใส่ไว้ในโฟลเดอร์ของ Libraries Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

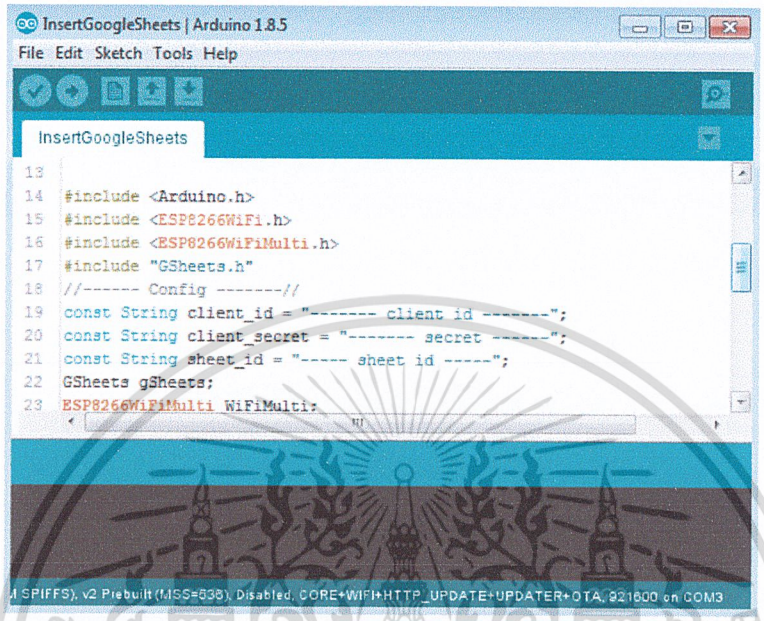
2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE > File > Examples > ESPGoogleApi > InsertGoogleSheets



รูปที่ 3.7 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE (InsertGoogleSheets)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

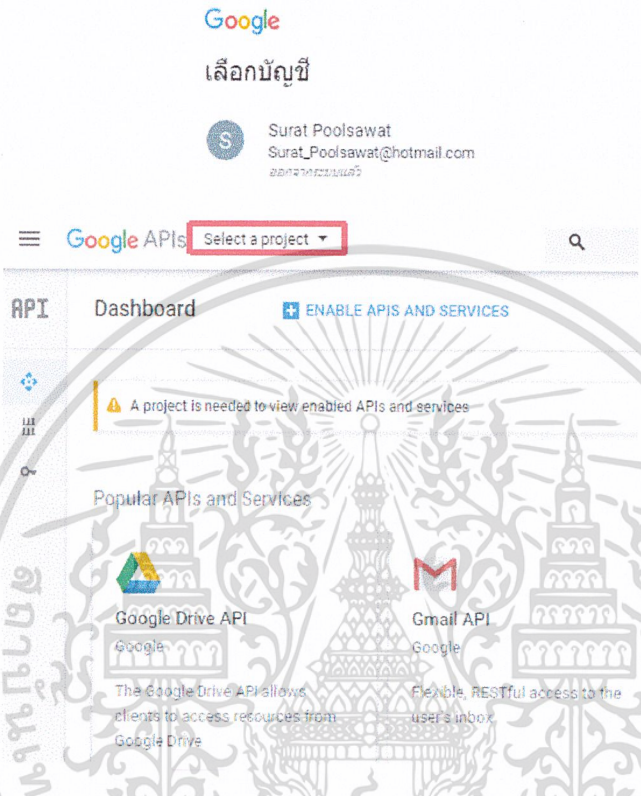
และเมื่อเปิดไฟล์ Insert Google sheets แล้ว จะได้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงหน้า Arduino IDE เมื่อ Insert Google sheets แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้ไปที่ https://console.developers.google.com แล้วเข้าสู่ระบบ โดยให้คลิกที่ Select a project ดังรูปที่ 3.9 จะแสดงหน้าจอเพื่อให้สร้างโปรเจกต์ใหม่ และคลิกที่ + ดังรูปที่ 3.10

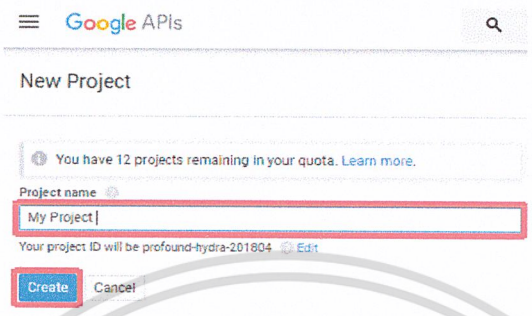


รูปที่ 3.9 แสดงหน้าการเลือกบัญชีผู้ใช้ และ Google APIs (Select a project)

รูปที่ 3.10 แสดงหน้าจอเพื่อให้สร้างโปรเจกต์ใหม่

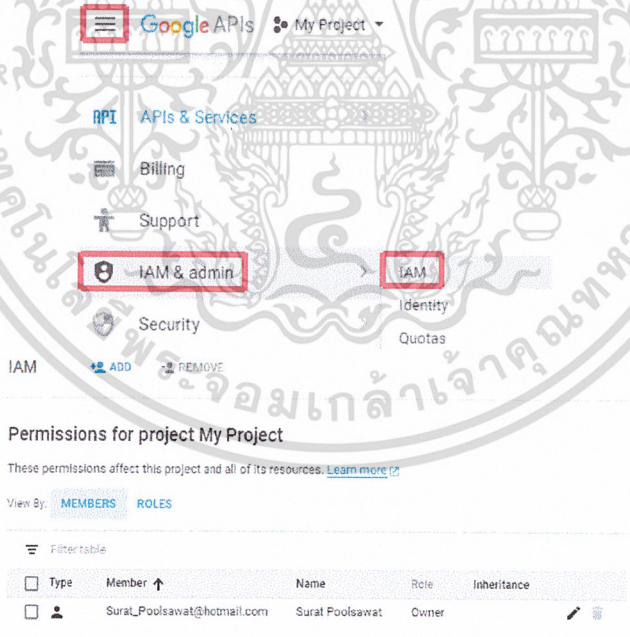
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคลิกที่ + จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.11 โดยให้ใส่ชื่อโปรเจกต์ลงไปในช่อง Project name และคลิกที่ Create ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงหน้าการใส่ชื่อโปรเจกต์เพื่อสร้างโปรเจกต์ใหม่

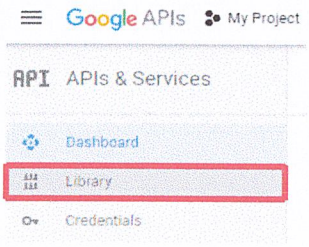
4. คลิกที่เครื่องหมาย ☰ เลือก IAM & admin > IAM และจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.12



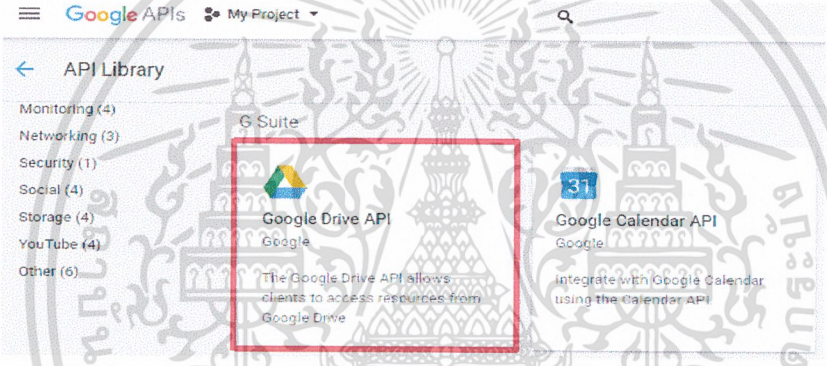
รูปที่ 3.12 แสดงหน้า Permissions for project My Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ให้เข้าไปที่ Library ดังรูปที่ 3.13 และให้คลิกที่ Google Drive API ดังรูปที่ 3.14



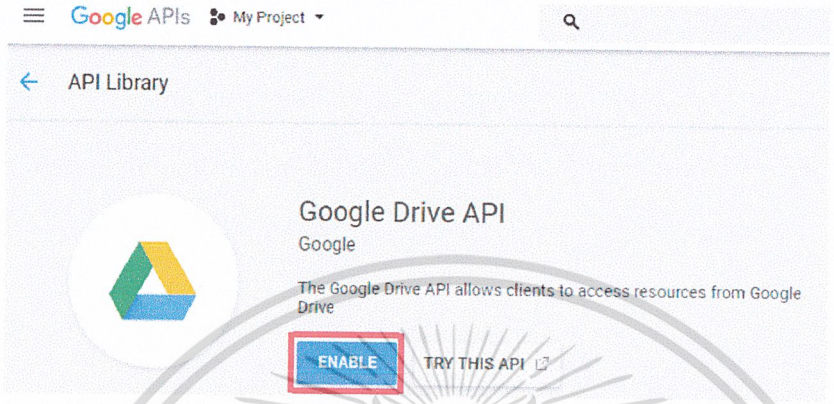
รูปที่ 3.13 แสดงหน้า Google APIs (Library)



รูปที่ 3.14 แสดงหน้า Google APIs (Google Drive API)

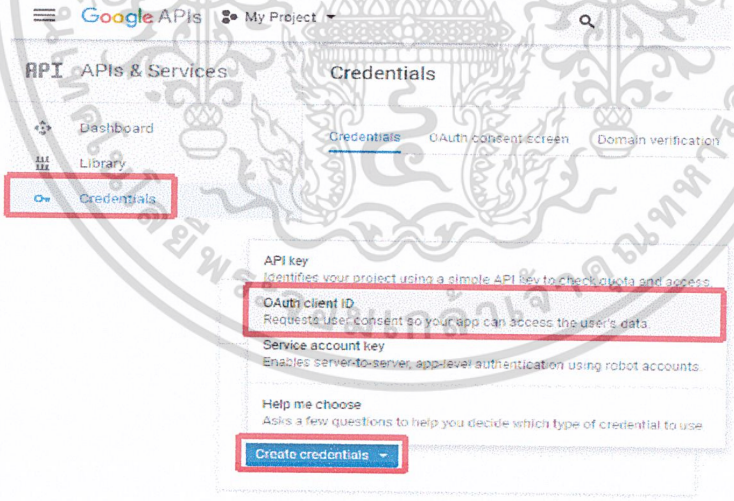
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคลิกที่ Google Drive API จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.15 และให้คลิกที่ ENABLE เพื่อเป็นการเปิดใช้งานของ Google Drive API



รูปที่ 3.15 แสดงหน้าเพื่อเปิดใช้งานของ Google Drive API

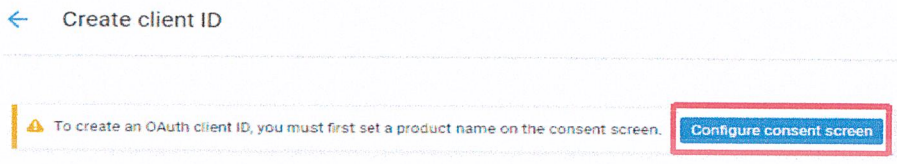
6. ให้เข้าไปที่ Credentials > Create credentials > OAuth client ID



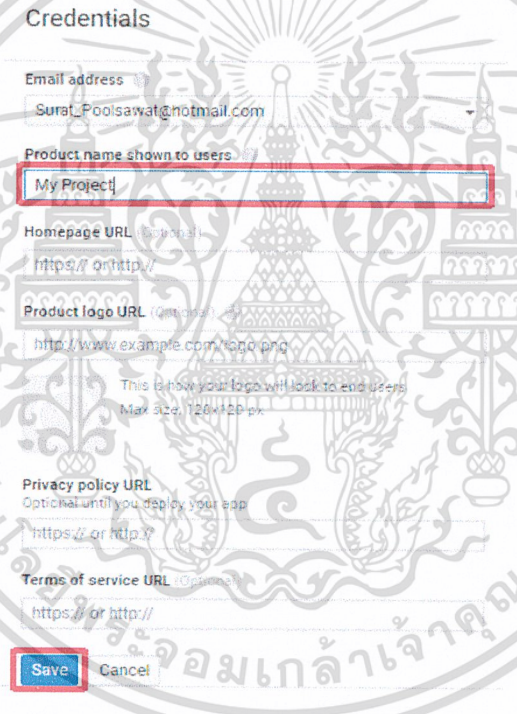
รูปที่ 3.16 แสดงหน้า Google APIs (Credentials)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคลิกที่ OAuth client ID จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.17 ให้คลิกที่ Configure consent screen จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.18 แล้วให้ใส่ชื่อโปรเจกต์ลงไปในช่อง Product name shown to users และคลิกที่ Save



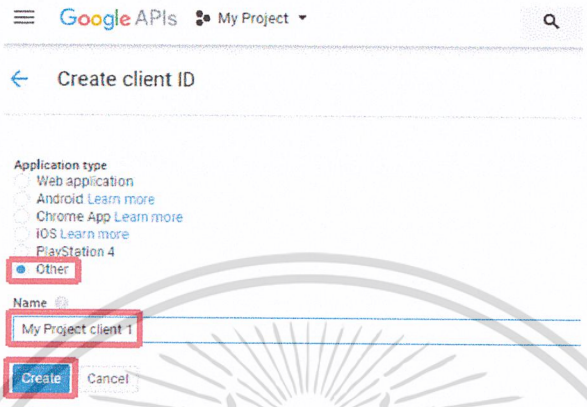
รูปที่ 3.17 แสดงหน้า Create client ID



รูปที่ 3.18 แสดงหน้า Credentials

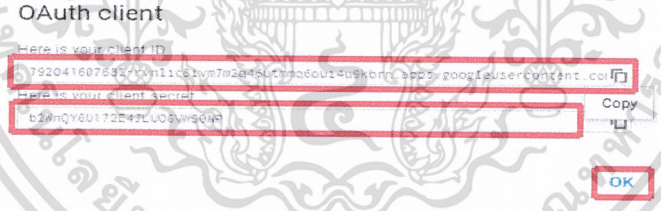
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคลิกที่ Save จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.19 ให้เลือก Other แล้วใส่ชื่อโปรเจกต์ที่ช่อง Name และคลิกที่ Create



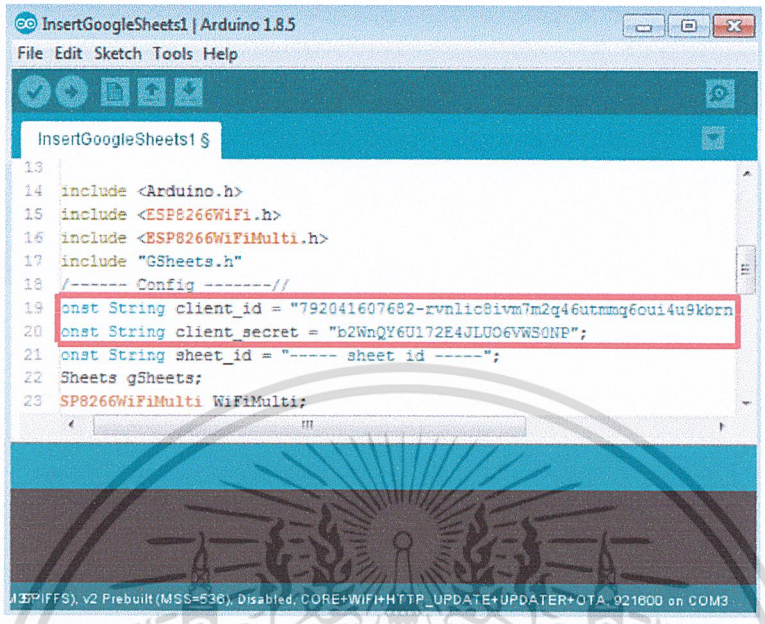
รูปที่ 3.19 แสดงหน้า Google APIs (Create client ID)

เมื่อคลิกที่ Create จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.20 คลิกที่ OK เพื่อนำรหัสไปใส่ในโปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 3.21



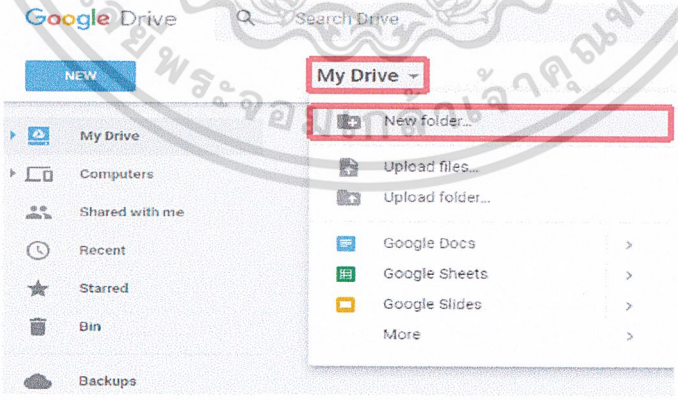
รูปที่ 3.20 แสดงหน้า OAuth client

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



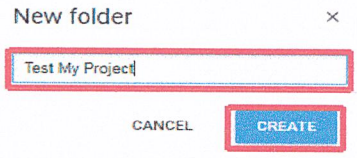
รูปที่ 3.21 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อนำรหัส client_id และ client_secret มาใส่

7. สร้าง Google Drive โดยเข้าไปที่ https://drive.google.com/drive/my-drive แล้วคลิกเลือกที่ My Drive > New folder... ดังรูปที่ 3.22 และจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.23 เพื่อให้ใส่ชื่อโฟลเดอร์ แล้วคลิกที่ CREATE



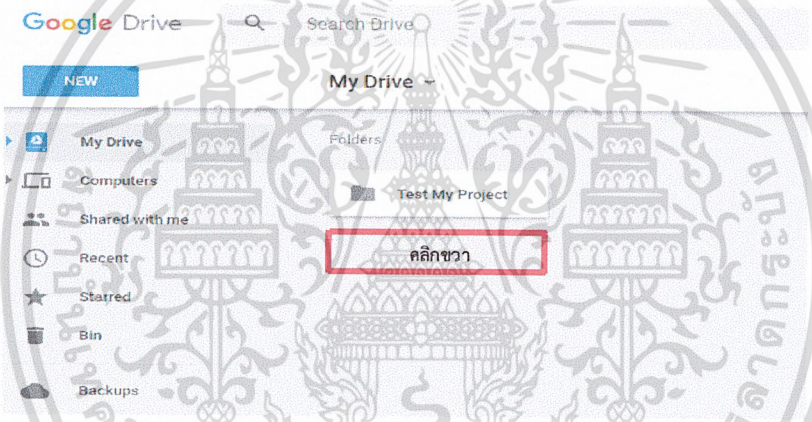
รูปที่ 3.22 แสดงหน้า Google Drive (My Drive)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



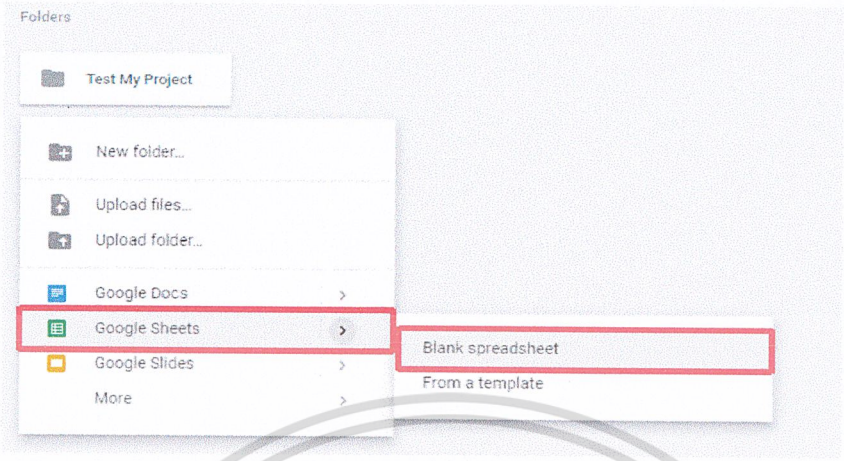
รูปที่ 3.23 แสดงหน้า New folder เพื่อให้ใส่ชื่อ

เมื่อคลิกที่ CREATE จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.24 แล้วคลิกขวา 1 ครั้ง จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.25 ให้เลือก Google Sheets > Blank spreadsheet จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.26 และตั้งชื่อไฟล์ว่า Keep Sensor Value

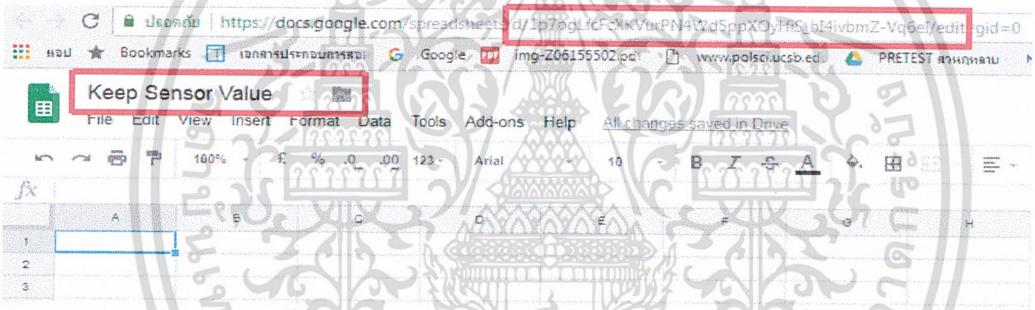


รูปที่ 3.24 แสดงหน้า Google Drive (My Drive : Test My Project)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



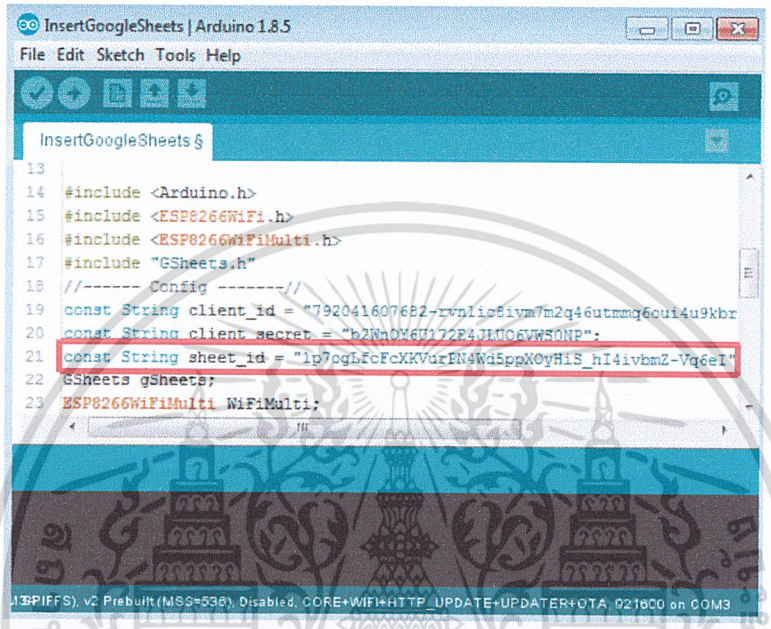
รูปที่ 3.25 แสดงหน้าเลือก Google Sheets (Blank spreadsheet)



รูปที่ 3.26 แสดงหน้า Google Sheets ชื่อไฟล์ Keep Sensor Value

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ไฟล์ Keep Sensor Value ของ Google Sheets ดังรูปที่ 3.26 ให้นำรหัสตั้งแต่หลัง d/ จนถึงหน้า /edit ในที่นี้คือ 1p7ogLfcFcXKVurPN4Wd5ppXOyHiS_hI4ivbmZ-Vq6eI ไปใส่ในโปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 3.27 และใส่รหัส ssid กับ password ของ Internet ดังรูปที่ 3.28

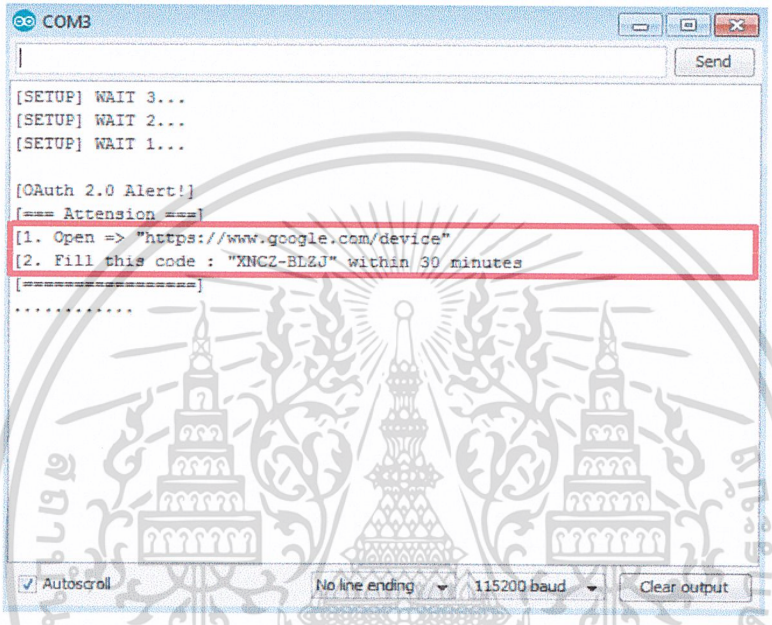


รูปที่ 3.27 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อนำรหัส sheet_id มาใส่

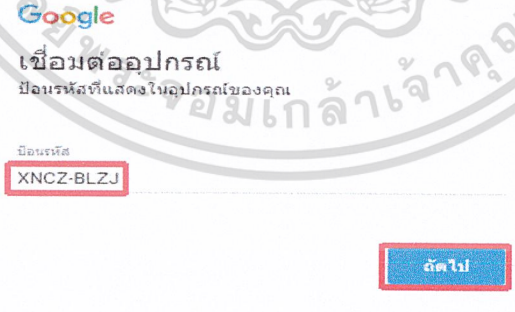
รูปที่ 3.28 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อใส่รหัสของ Internet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใส่รหัสของ Internet แล้วให้กด Upload โปรแกรม และเปิดหน้าจอ Serial Monitor จะได้รหัสเพื่อนำไปใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ในที่นี้เชื่อมต่อกับ Google Sheets โดยเข้าไปที่ https://www.google.com/device จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.30 และให้นำรหัส XNCZ-BLZJ ไปใส่ในช่องป้อนรหัส แล้วคลิกถัดไป



รูปที่ 3.29 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE (Serial Monitor)



รูปที่ 3.30 แสดงหน้าการใส่รหัสเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์

เมื่อคลิกถัดไป การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ TTP กับ Google Sheets เสร็จเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง TTP กับ Application Line

LINE Notify เป็นบริการของ LINE ซึ่งเป็นช่องทางที่ถูกต้อง สามารถส่งข้อความ การแจ้งเตือนไปยัง Account เฉพาะผู้ที่ขอใช้หรือกลุ่มที่ผู้ขอใช้เป็นสมาชิกเท่านั้น โดยผ่านการใช้ API เรียกผ่าน HTTP POST และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง TTP กับ Application Line มีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าไปที่ https://notify-bot.line.me/th/ จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.31 และให้คลิกเข้าสู่ระบบ

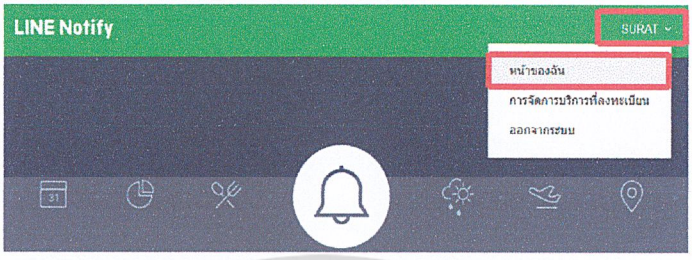
รูปที่ 3.31 แสดงหน้า LINE Notify

2. เข้าสู่ระบบ LINE โดยใส่ E-mail และรหัสผ่านดังรูปที่ 3.32 และคลิกที่เข้าสู่ระบบ

รูปที่ 3.32 แสดงหน้า LINE เพื่อเข้าสู่ระบบ

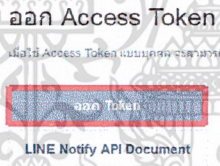
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.33 และไปที่ด้านบนมุมขวาจะแสดงชื่อผู้ใช้ โดยคลิกที่ชื่อผู้ใช้ และคลิกเลือกหน้าของฉัน



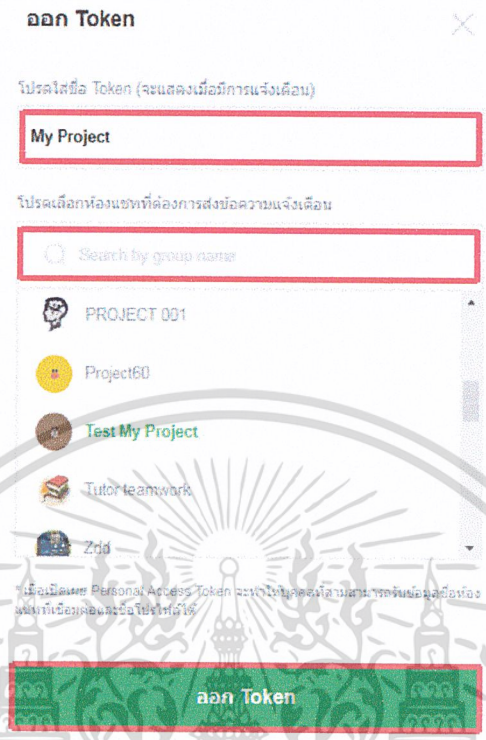
รูปที่ 3.33 แสดงหน้า Line Notify เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว

เมื่อคลิกเลือกหน้าของฉันแล้ว จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.34 และคลิกที่ออก Token ซึ่งจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.35 โดยใส่ชื่อที่ต้องการจะให้แสดงเมื่อมีการแจ้งเตือน และเลือกห้องสนทนาที่ต้องการส่งข้อความแจ้งเตือน แล้วคลิก ออก Token



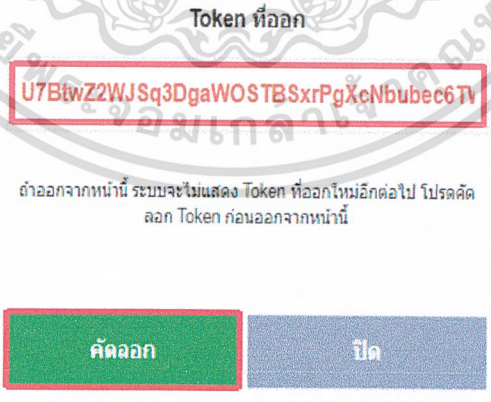
รูปที่ 3.34 แสดงหน้าออก Access Token (สำหรับผู้พัฒนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.35 แสดงหน้าออก Token

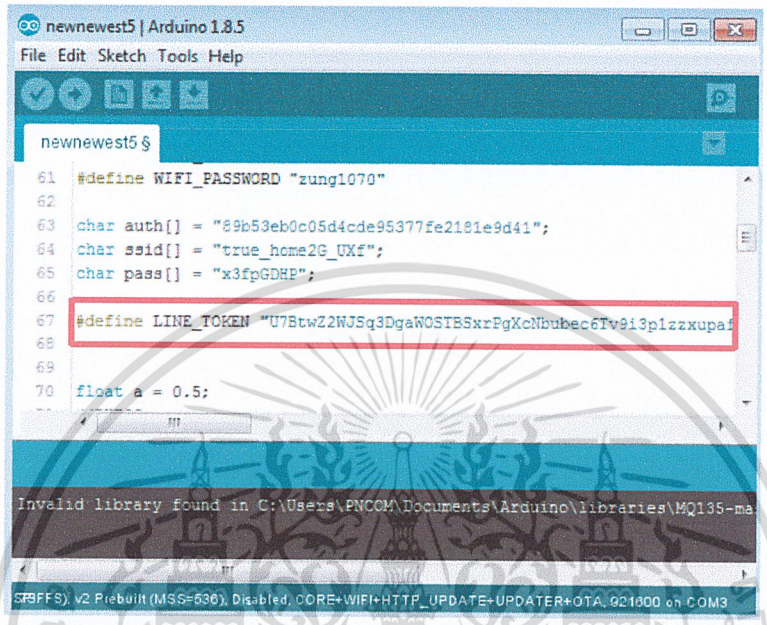
เมื่อคลิก ออก Token แล้ว จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 แสดงหน้า Token ที่ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำรหัสที่ได้จากการ ออก Token ดังรูปที่ 3.36 ข้างต้น มาใส่ในโปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อใส่รหัส LINE_TOKEN แล้ว

การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ TTP กับ Application Line เสร็จเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง TTP กับ Application Blynk

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง TTP กับ Application Blynk สามารถทำได้ทั้งระบบ Android และระบบ iOS โดยการเชื่อมต่อในที่นี้ทำทั้งสองระบบ แต่จะแสดงรายละเอียดเฉพาะระบบ iOS โดยการสร้างโปรเจกต์ใน Application Blynk แบ่งเป็น 6 ส่วน คือ 1.หน้า Total (หน้าหลัก) 2. หน้า Gas 3. หน้า Temperature 4. หน้า Humidity 5. Light และ 6. หน้า Probability มีขั้นตอนดังนี้

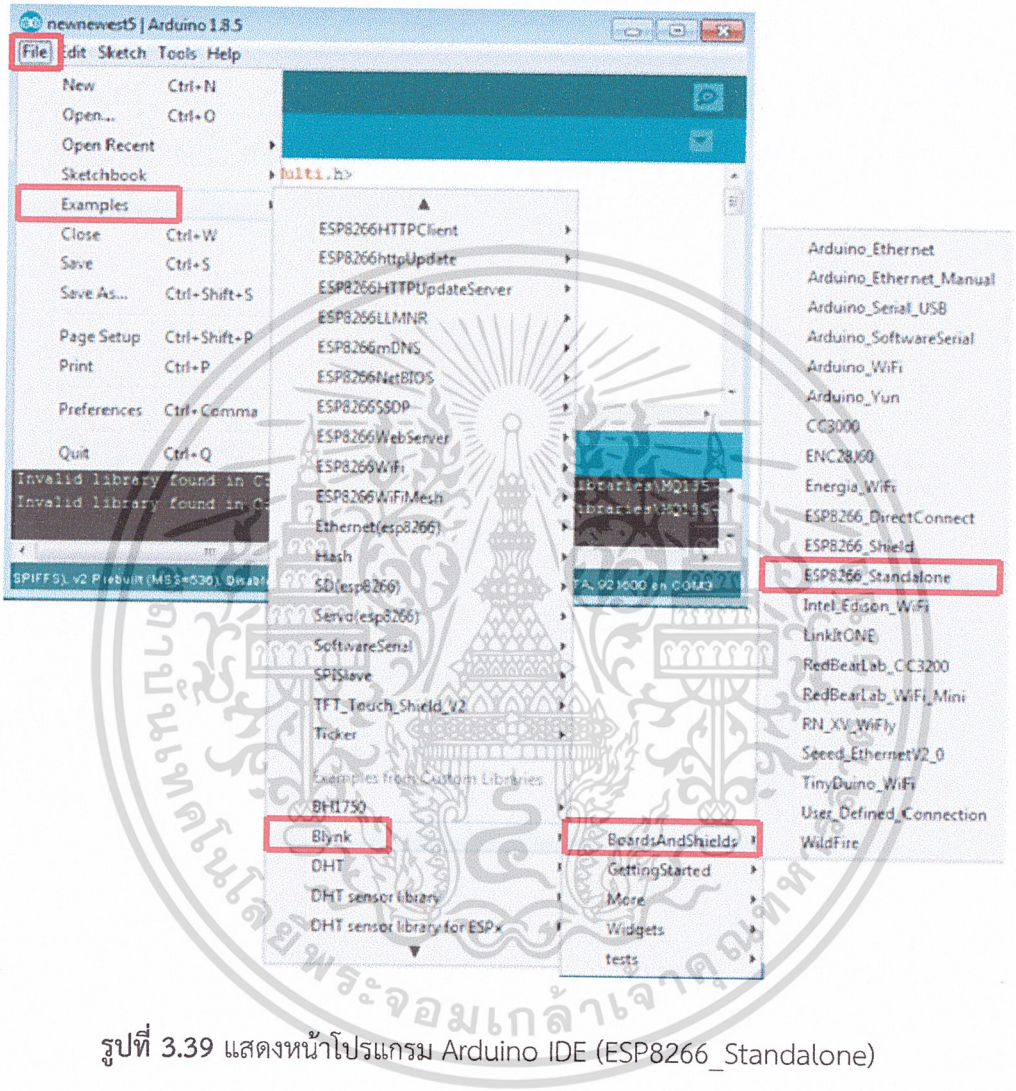
1. ใช้ Libraries Blynk สามารถดาวน์โหลดได้จาก https://github.com/blynkkk/blynk-library /releases/tag/v0.3.0 และคลิกที่ Source code (zip)

รูปที่ 3.38 แสดงหน้าการดาวน์โหลด Libraries Blynk

โดยนำไฟล์ที่ดาวน์โหลดมา ไปใส่ไว้ในโฟลเดอร์ของ Libraries Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

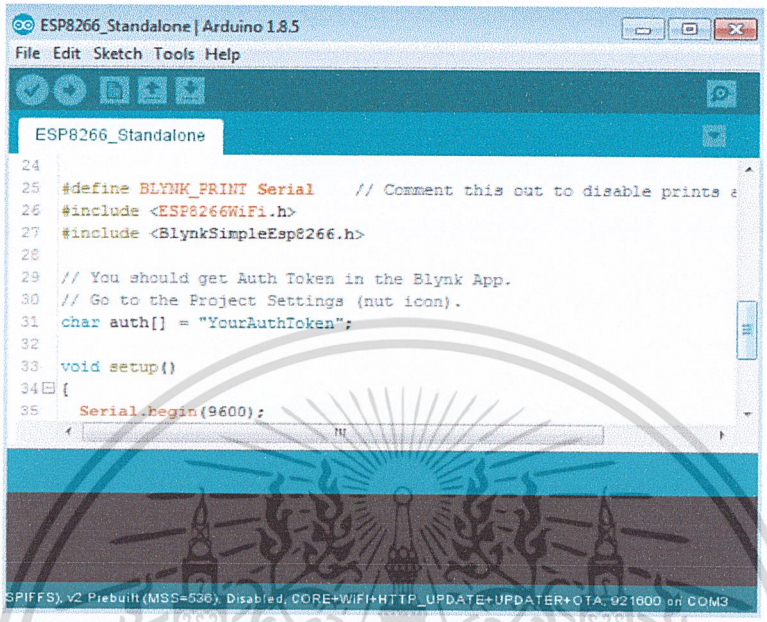
2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE > File > Examples > Blynk > BoardsAndShielde > ESP8266_Standalone



รูปที่ 3.39 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE (ESP8266_Standalone)

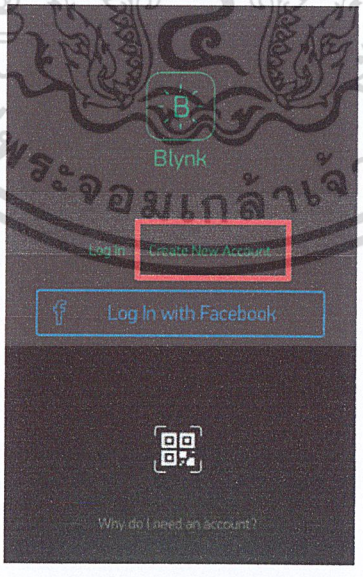
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อเปิดไฟล์ ESP8266_Standalone แล้ว จะได้ดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อเปิด ESP8266_Standalone แล้ว

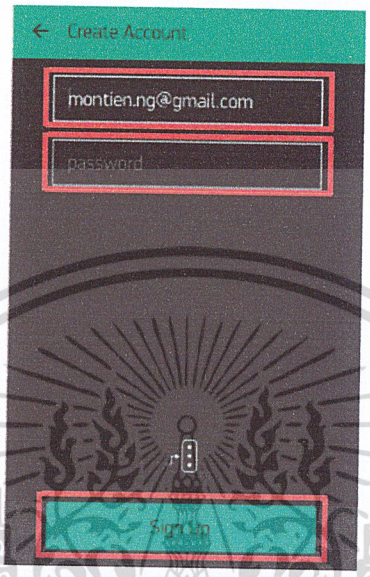
3. ไปที่ Application Blynk ในโทรศัพท์เพื่อทำการลงทะเบียน โดยเลือกที่ Create New Account ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 แสดงหน้า Application Blynk (Create New Account)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือก Create New Account จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.42 โดยให้ใส่ E-mail กับ Password และเลือกที่ Sing Up



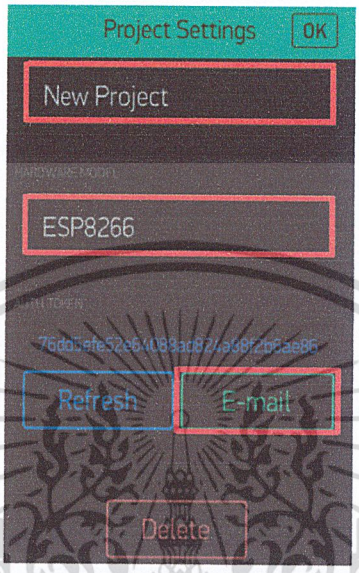
รูปที่ 3.42 แสดงหน้า Application Blynk (Create Account)

เมื่อเลือก Sing Up จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.43 และให้เลือกที่ ดังรูปที่ 3.43 เพื่อตั้งค่า Application Blynk

รูปที่ 3.43 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) เพื่อตั้งค่า

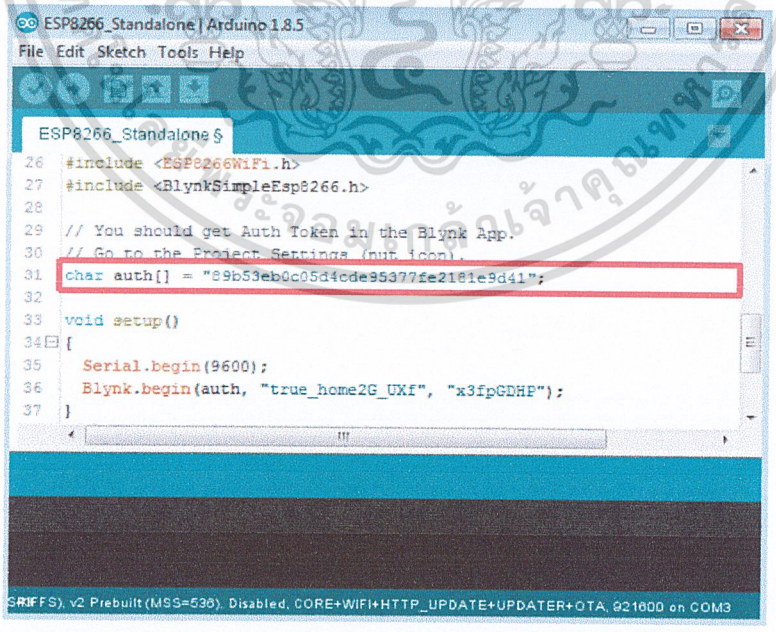
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อเลือกที่ จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 3.44 ให้ตั้งชื่อ Project ที่ช่อง New Project แล้วเลือก Hardware Model เป็น ESP8266 และเลือกที่ E-mail เพื่อส่งรหัส Auth Token ไปที่ Email



รูปที่ 3.44 แสดงหน้า Application Blynk (Project Settings)

4. ให้นำรหัส Auth Token จากใน E-mail มาใส่ในโปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 3.45



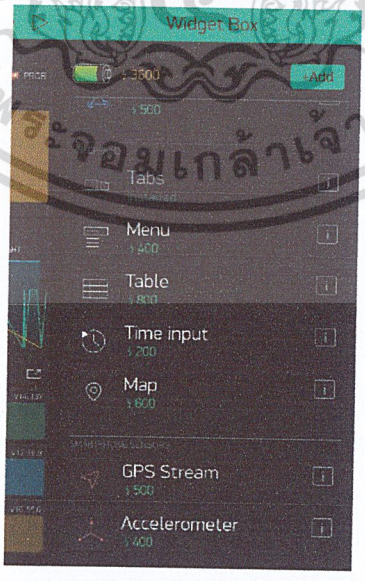
รูปที่ 3.45 แสดงหน้าโปรแกรม Arduino IDE เมื่อใส่รหัส auth [ ] แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เริ่มสร้าง Application Blynk จะแสดงดังรูปที่ 3.46

รูปที่ 3.46 แสดงหน้า Application Blynk (New Project)

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box และเลือก Widget Tool “Interface” > Widget Tab ดังรูปที่ 3.47



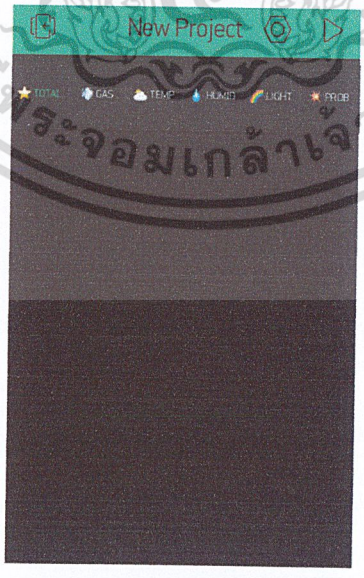
รูปที่ 3.47 แสดงหน้า Application Blynk (Widget Box)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งชื่อโดยเลือกที่ + Add Tab เพื่อสร้าง 1. หน้า Total (หน้าหลัก) 2. หน้า Gas 3.หน้า Temperature 4. หน้า Humidity 5. Light และ 6. หน้า Probability ดังรูปที่ 3.48

รูปที่ 3.48 แสดงหน้า Application Blynk (Tabs Settings) เพื่อแสดงหน้าต่าง ๆ

และเมื่อสร้างเสร็จจะได้หน้าจอดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) เมื่อสร้างหน้าต่าง ๆ เสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

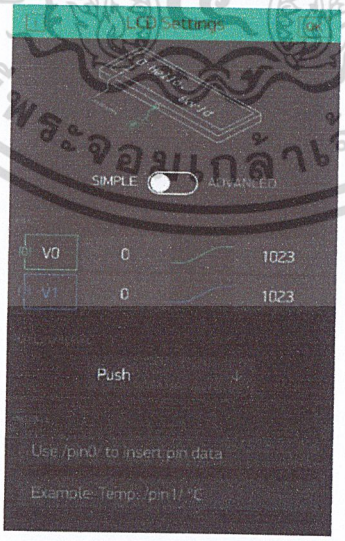
6. หน้า Total (หน้าหลัก)

6.1 สร้าง Widget LCD

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget LCD และเมื่อลากมาวางจะได้ดังรูปที่ 3.50

รูปที่ 3.50 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget LCD

เมื่อลาก Widget LCD มาวางเรียบร้อยแล้ว ก็ตั้งค่าใน Widget LCD โดยไปที่ Widget แล้วเลือกช่องทางการแสดงผล Input ช่อง [0] เลือก V0 เพื่อให้รับค่าแสดงวันที่ และช่อง [1] เลือก V1 เพื่อให้แสดงค่าของเวลา ดังรูปที่ 3.51



รูปที่ 3.51 แสดงหน้า Application Blynk (LCD Settings)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยจะได้ดังรูปที่ 3.52

รูปที่ 3.52 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) เมื่อสร้าง Widget LCD เสร็จ

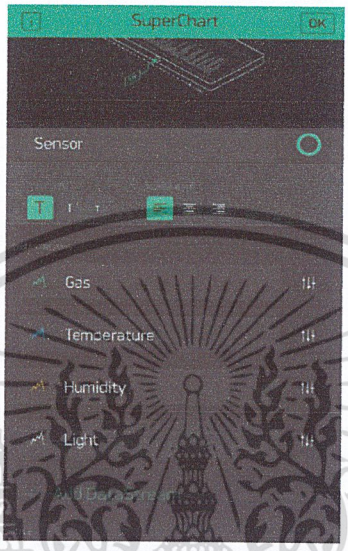
6.2 สร้าง Widget SuperChart

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget SuperChart และเมื่อลากมาวางแล้วจะได้ดังรูปที่ 3.53

รูปที่ 3.53 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

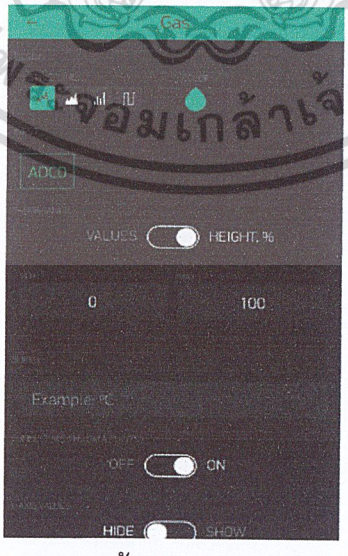
เมื่อลาก Widget SuperChart มาวางแล้ว ก็ตั้งค่าใน Widget SuperChart โดยกดไปที่ Widget แล้วตั้งชื่อ Chart ว่า Sensor ซึ่งจะรับค่าจากกล่อง TTP เพิ่มเส้นกราฟโดยการเลือก +Add DataStream และตั้งชื่อ Sensor เพื่อรับค่า 4 ค่า โดยมีค่า Gas ค่า Temperature ค่า Humidity และค่า Light ดังรูปที่ 3.54



รูปที่ 3.54 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor

หลังจากนั้นเลือกที่การตั้งค่าของแต่ละ Sensor ซึ่งอยู่ทางขวา เมื่อกดแล้วให้เลือกช่องทางเพื่อรับค่าต่าง ๆ ดังนี้

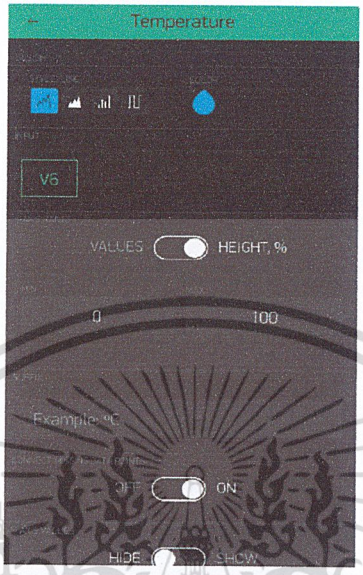
ค่า Gas โดยจะตั้งค่า คือ ช่อง Input เป็นช่อง Analog โดยเลือก A0 และเมื่อเลือกเสร็จจะได้ ช่อง ADC0 ดังรูปที่ 3.55



รูปที่ 3.55 แสดงหน้า Application Blynk (Gas)

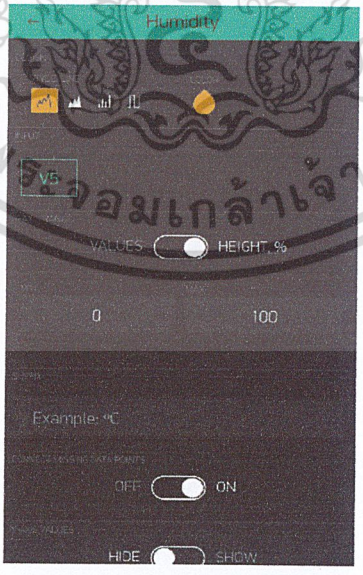
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Temperature โดยจะตั้งค่า คือ ช่อง Input เป็นช่อง Virtual และเลือก V6 ดังรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.56 แสดงหน้า Application Blynk (Temperature)

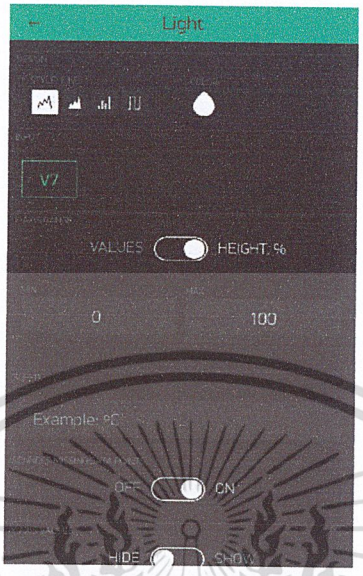
ค่า Humidity โดยจะตั้งค่า คือ ช่อง Input เป็นช่อง Virtual และเลือก V5 ดังรูปที่ 3.57



รูปที่ 3.57 แสดงหน้า Application Blynk (Humidity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Light โดยจะตั้งค่า คือ ช่อง Input เป็นช่อง Virtual และเลือก V7 ดังรูปที่ 3.58

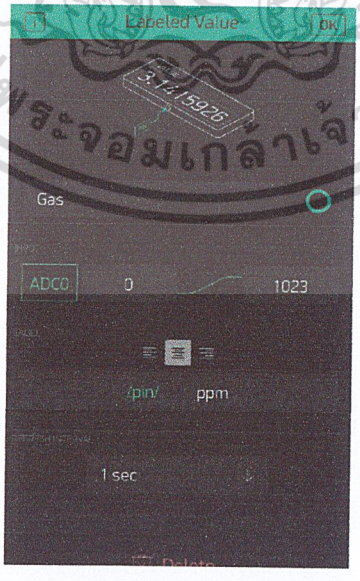


รูปที่ 3.58 แสดงหน้า Application Blynk (Light)

6.3 สร้าง Widget Labeled Value

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน widget Tool “Display” > Widget Labeled Value ตั้งค่าชื่อ Sensor และช่องทาง Input ดังนี้

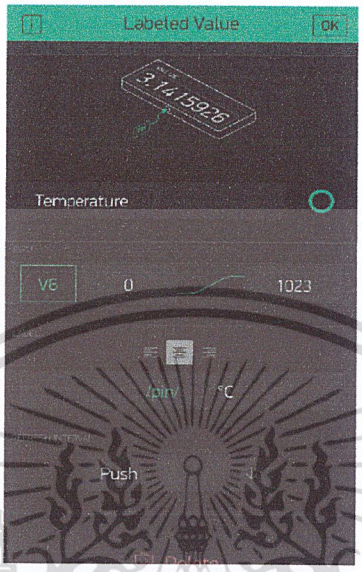
ตั้งชื่อ Gas เลือกช่อง Input เป็น A0 และเลือก Label เป็นหน่วย ppm ดังรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.59 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ของ Gas

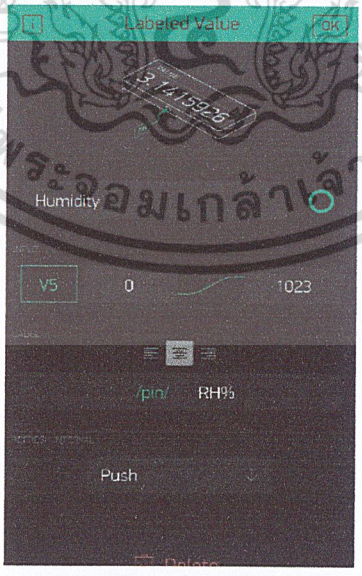
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งชื่อ Temperature เลือกช่อง Input เป็น V6 และเลือก Label เป็นหน่วย ℃ ดังรูปที่ 3.60



รูปที่ 3.60 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ของ Temperature

ตั้งชื่อ Humidity เลือกช่อง Input เป็น V5 และเลือก Label เป็นหน่วย RH% ดังรูปที่ 3.61



รูปที่ 3.61 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ของ Humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งชื่อ Light เลือกช่อง Input เป็น V7 และเลือก Label เป็นหน่วย lx ดังรูปที่ 3.62

รูปที่ 3.62 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ของ Light

6.4 สร้าง สร้าง Widget Level

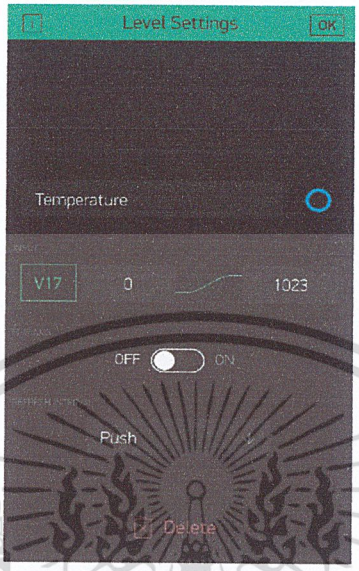
Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน widget Tool “Display” > Widget Level ตั้งค่าชื่อ Sensor และช่องทาง Input ดังนี้

ตั้งชื่อ Gas เลือกช่อง Input เป็น V14 ดังรูปที่ 3.63

รูปที่ 3.63 แสดงหน้า Application Blynk (Level Settings) ของ Gas

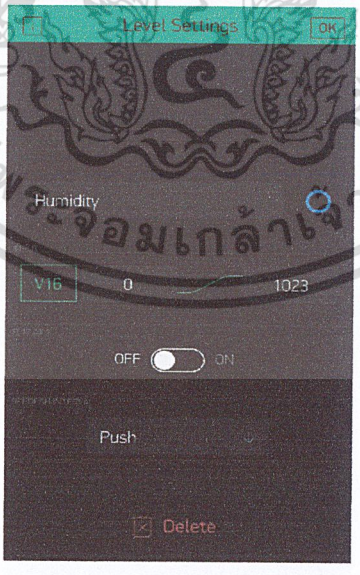
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งชื่อ Temperature เลือกช่อง Input เป็น V17 ดังรูปที่ 3.64



รูปที่ 3.64 แสดงหน้า Application Blynk (Level Settings) ของ Temperature

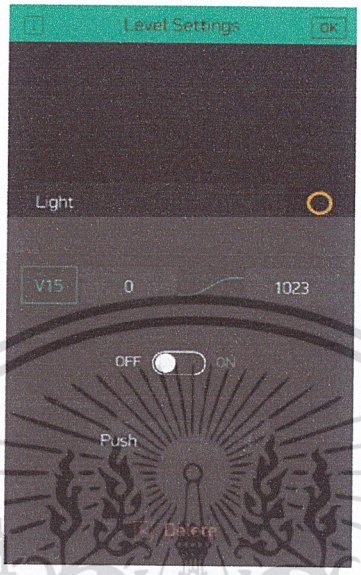
ตั้งชื่อ Humidity เลือกช่อง Input เป็น V16 ดังรูปที่ 3.65



รูปที่ 3.65 แสดงหน้า Application Blynk (Level Settings) ของ Humidity

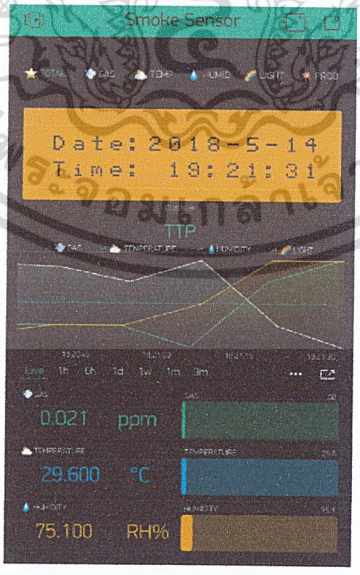
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งชื่อ Light เลือกช่อง Input เป็น V14 ดังรูปที่ 3.66



รูปที่ 3.66 แสดงหน้า Application Blynk (Level Settings) ของ Light

และจะได้ส่วนของหน้า Total (หน้าหลัก) ดังรูปที่ 3.67



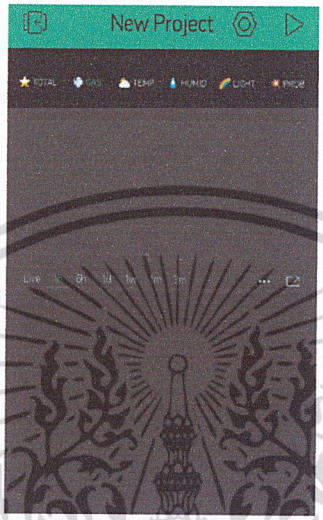
รูปที่ 3.67 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Total (หน้าหลัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หน้า Gas

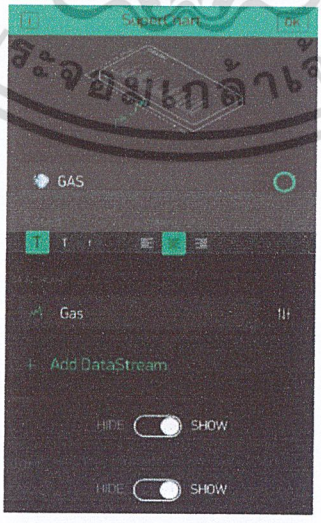
7.1 สร้าง Widget SuperChart

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > SuperChart และเมื่อลาก Widget มาวางจะได้ดังรูปที่ 3.68



รูปที่ 3.68 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Gas

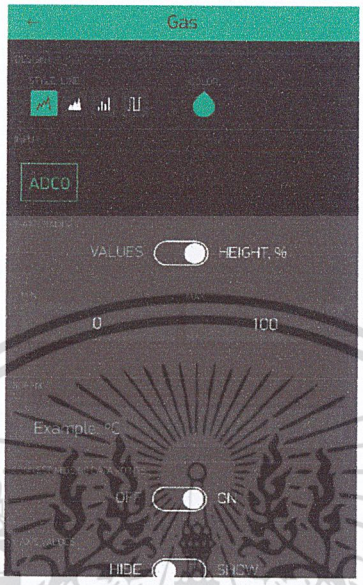
เมื่อลาก Widget SuperChart มาวางแล้ว ก็ตั้งค่าใน Widget SuperChart โดยกดไปที่ Widget ตั้งชื่อ Chart ว่า Sensor ซึ่งจะรับค่าจากกล่อง TTP เพิ่มเส้นกราฟโดยการเลือก +Add DataStream และตั้งชื่อ Sensor ว่า Gas ดังรูปที่ 3.69



รูปที่ 3.69 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Gas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

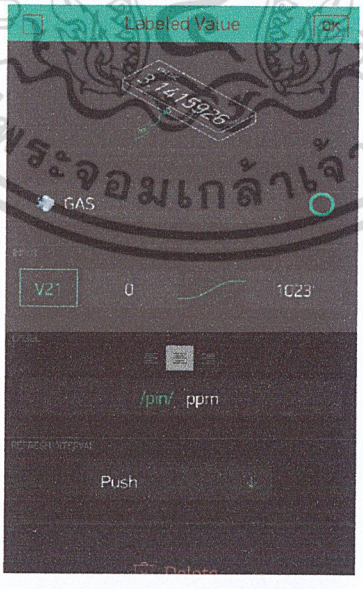
หลังจากนั้นกดที่ปุ่มการตั้งค่า Sensor ของ Gas โดยจะตั้งค่า คือ ช่อง Input เป็นช่อง Analog และเมื่อเลือกเสร็จจะได้ช่อง ADC0 ดังรูปที่ 3.70



รูปที่ 3.70 แสดงหน้า Application Blynk (Gas) ส่วนของหน้า Gas

7.2 สร้าง Widget Labeled Value

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Labeled Value ตั้งชื่อ Sensor ว่า Gas เลือกช่องทาง Input เป็น V21 และเลือก Label เป็นหน่วย ppm ดังรูปที่ 3.71

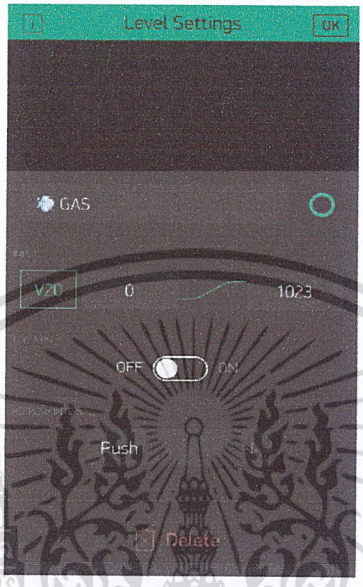


รูปที่ 3.71 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Gas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 สร้าง Widget Level

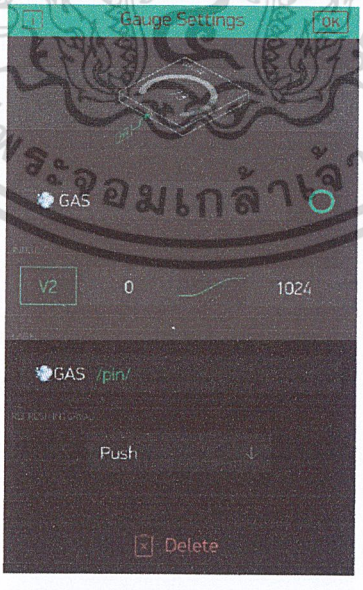
Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Level ตั้งชื่อ Sensor ว่า Gas และเลือกช่องทาง Input เป็น V20 ดังรูปที่ 3.72



รูปที่ 3.72 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Gas

7.4 สร้าง Widget Gauge

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Gauge ตั้งชื่อ Sensor ว่า Gas และเลือกช่องทาง Input เป็น V2 ดังรูปที่ 3.73

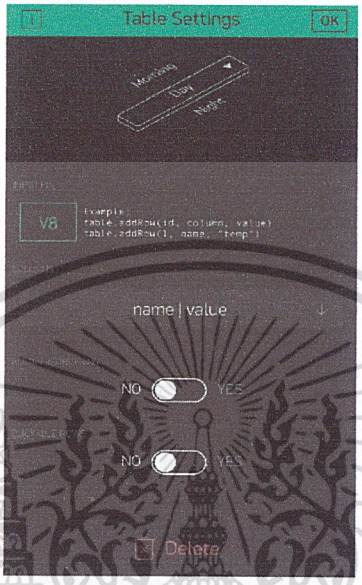


รูปที่ 3.73 แสดงหน้า Application Blynk (Gauge Settings) ส่วนของหน้า Gas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

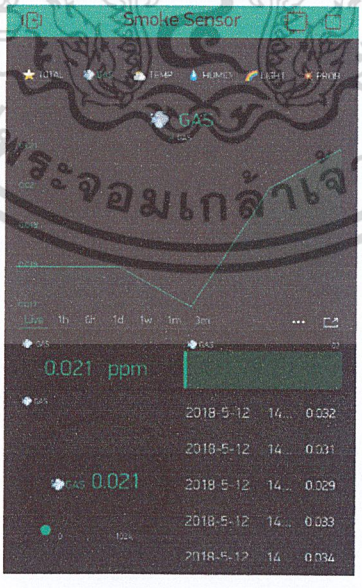
7.5 สร้าง Widget Table

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Table และเลือกช่องทาง Input เป็น V8 ดังรูปที่ 3.74



รูปที่ 3.74 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Gas

และจะได้ส่วนของหน้า Gas ดังรูปที่ 3.75



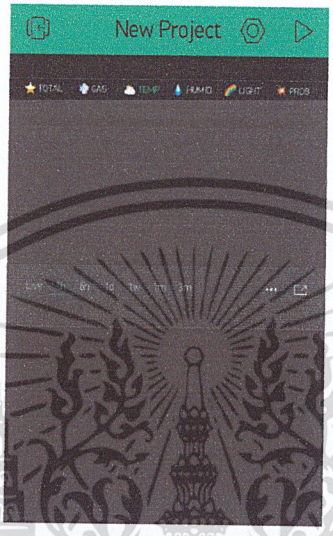
รูปที่ 3.75 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Gas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หน้า Temperature

8.1 สร้าง Widget SuperChart

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > SuperChart และเมื่อลาก Widget มาวางจะได้ดังรูปที่ 3.76



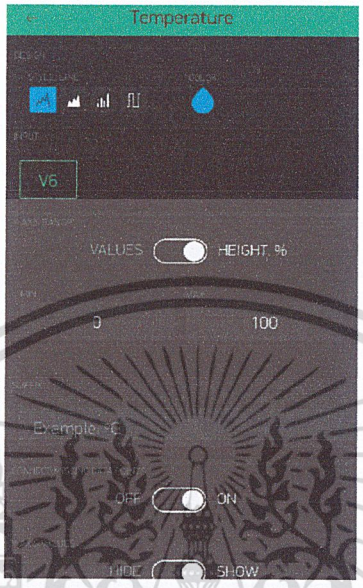
รูปที่ 3.76 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Temperature

เมื่อลาก Widget SuperChart มาวางแล้ว ก็ตั้งค่าใน Widget SuperChart โดยกดไปที่ Widget ตั้งชื่อ Chart ว่า Sensor ซึ่งจะรับค่าจากกล่อง TTP เพิ่มเส้นกราฟโดยการเลือก +Add DataStream และตั้งชื่อ Sensor ว่า Temperature ดังรูปที่ 3.77

รูปที่ 3.77 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

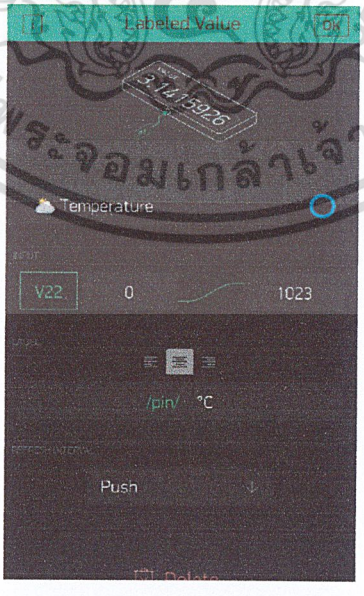
หลังจากนั้นกดที่ปุ่มการตั้งค่า Sensor ของ Temperature โดยจะตั้งค่า คือ ช่อง Input เป็น V6 ดังรูปที่ 3.78



รูปที่ 3.78 แสดงหน้า Application Blynk (Temperature) ส่วนของหน้า Temperature

8.2 สร้าง Widget Labeled Value

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน widget Tool “Display” > Widget Labeled Value ตั้งชื่อ Sensor ว่า Temperature เลือกช่อง Input เป็น V22 และเลือก Label เป็นหน่วย °C ดังรูปที่ 3.79



รูปที่ 3.79 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 สร้าง Widget Level

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Level ตั้งชื่อ Sensor ว่า Temperature และเลือกช่องทาง Input เป็น V24 ดังรูปที่ 3.80

รูปที่ 3.80 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Temperature

8.4 สร้าง Widget Gauge

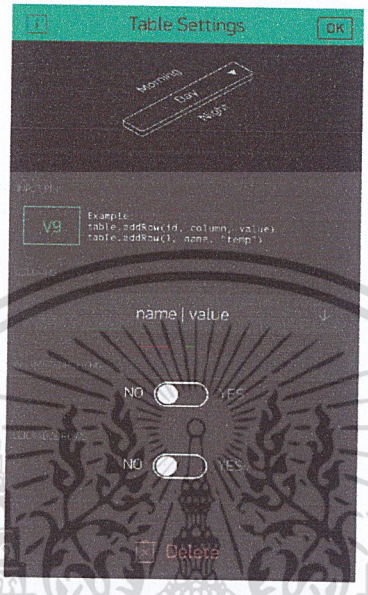
Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Gauge ตั้งชื่อ Sensor ว่า Temperature และเลือกช่องทาง Input เป็น V23 ดังรูปที่ 3.81

รูปที่ 3.81 แสดงหน้า Application Blynk (Gauge Settings) ส่วนของหน้า Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

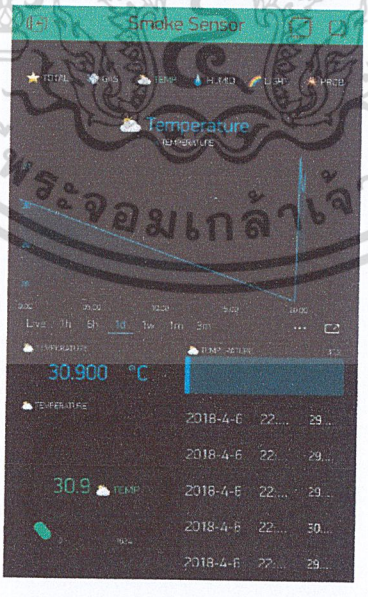
8.5 สร้าง Widget Table

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Table และเลือกช่องทาง Input เป็น V9 ดังรูปที่ 3.82



รูปที่ 3.82 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Temperature

และจะได้ส่วนของหน้า Temperature ดังรูปที่ 3.83



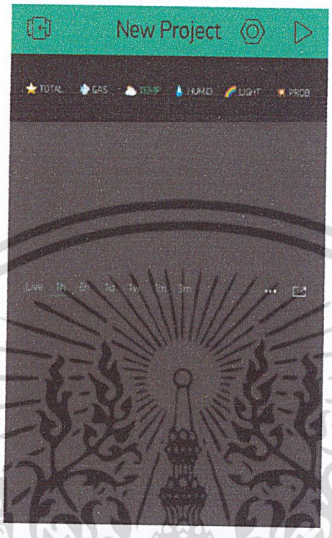
รูปที่ 3.83 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. หน้า Humidity

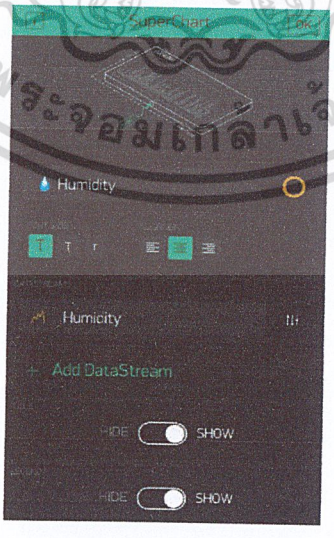
9.1 สร้าง Widget SuperChart

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > SuperChart และเมื่อลาก Widget มาวางจะได้ดังรูปที่ 3.84



รูปที่ 3.84 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Humidity

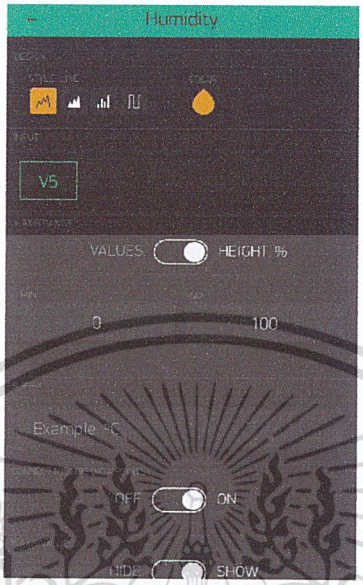
เมื่อลาก Widget SuperChart มาวางแล้ว ก็ตั้งค่าใน Widget SuperChart โดยกดไปที่ Widget ตั้งชื่อ Chart ว่า Sensor ซึ่งจะรับค่าจากกล่อง TTP เพิ่มเส้นกราฟโดยการเลือก +Add DataStream และตั้งชื่อ Sensor ว่า Humidity ดังรูปที่ 3.85



รูปที่ 3.85 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

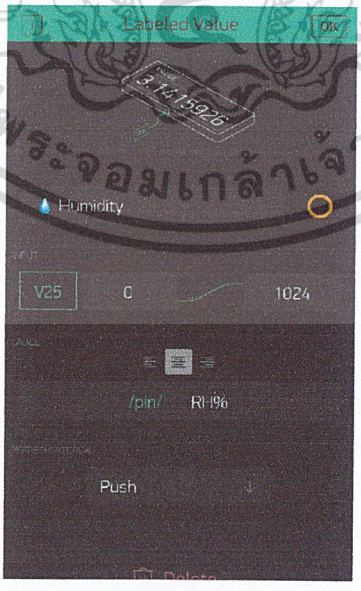
หลังจากนั้นกดที่ปุ่มการตั้งค่า Sensor ของ Humidity โดยจะตั้งค่า คือ ช่อง Input เป็น V5 ดังรูปที่ 3.86



รูปที่ 3.86 แสดงหน้า Application Blynk (Humidity) ส่วนของหน้า Humidity

9.2 สร้าง Widget Labeled Value

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน widget Tool “Display” > Widget Labeled Value ตั้งชื่อ Sensor ว่า Humidity เลือกช่อง Input เป็น V25 และเลือก Label เป็นหน่วย RH% ดังรูปที่ 3.87

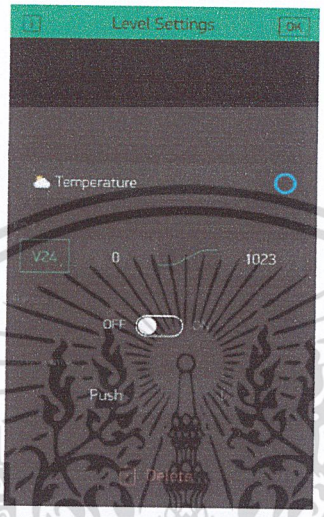


รูปที่ 3.87 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3 สร้าง Widget Level

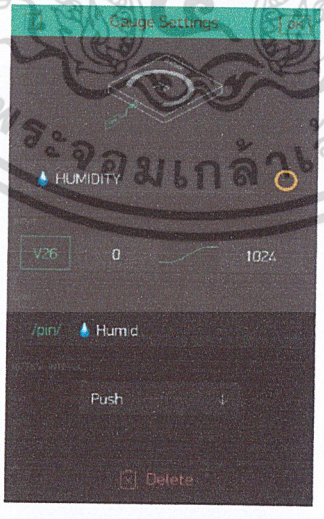
Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Level ตั้งชื่อ Sensor ว่า Humidity และเลือกช่องทาง Input เป็น V27 ดังรูปที่ 3.88



รูปที่ 3.88 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Humidity

9.4 สร้าง Widget Gauge

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Gauge ตั้งชื่อ Sensor ว่า Humidity และเลือกช่องทาง Input เป็น V26 ดังรูปที่ 3.89

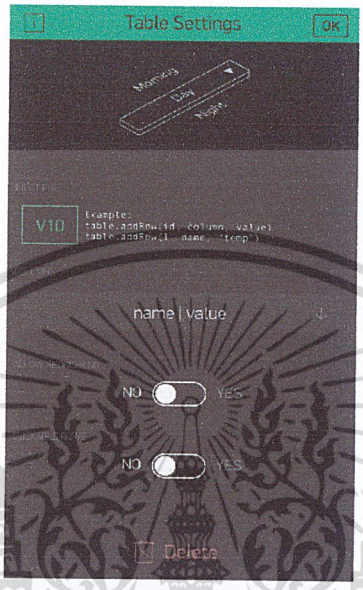


รูปที่ 3.89 แสดงหน้า Application Blynk (Gauge Settings) ส่วนของหน้า Humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

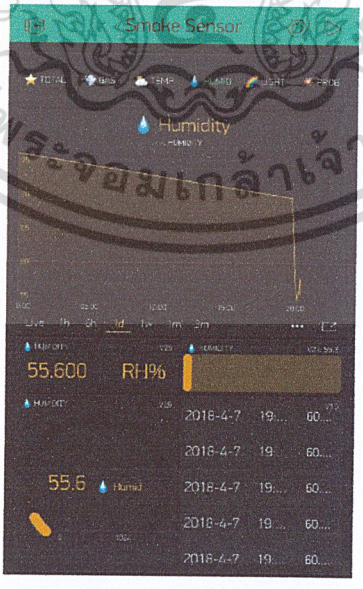
9.5 สร้าง Widget Table

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Table และเลือกช่องทาง Input เป็น V10 ดังรูปที่ 3.90



รูปที่ 3.90 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Humidity

และจะได้ส่วนของหน้า Humidity ดังรูปที่ 3.91



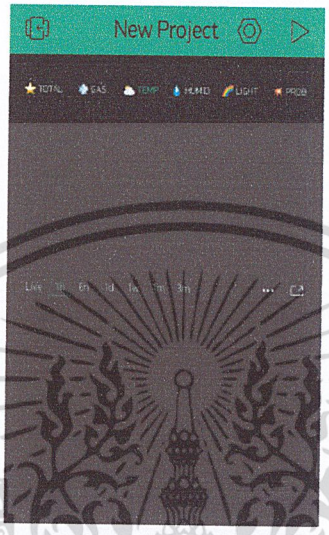
รูปที่ 3.91 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. หน้า Light

10.1 สร้าง Widget SuperChart

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > SuperChart และเมื่อลาก Widget มาวางจะได้ดังรูปที่ 3.92



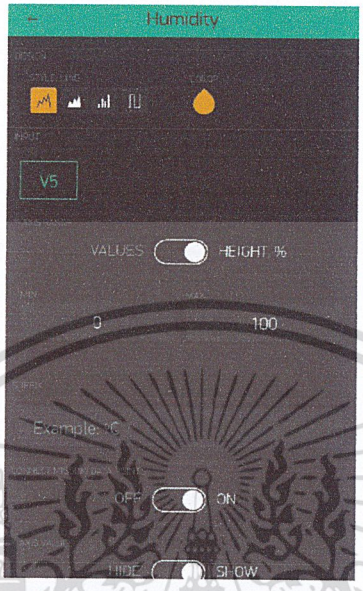
รูปที่ 3.92 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Light

เมื่อลาก Widget SuperChart มาวางแล้ว ก็ตั้งค่าใน Widget SuperChart โดยกดไปที่ Widget ตั้งชื่อ Chart ว่า Sensor ซึ่งจะรับค่าจากกล่อง TTP เพิ่มเส้นกราฟโดยการเลือก +Add DataStream และตั้งชื่อ Sensor ว่า Light ดังรูปที่ 3.93

รูปที่ 3.93 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Light

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นกดที่ปุ่มการตั้งค่า Sensor ของ Light โดยจะตั้งค่า คือ ช่อง Input เป็น V7 ดังรูปที่ 3.94



รูปที่ 3.94 แสดงหน้า Application Blynk (Humidity) ส่วนของหน้า Light

10.2 สร้าง Widget Labeled Value

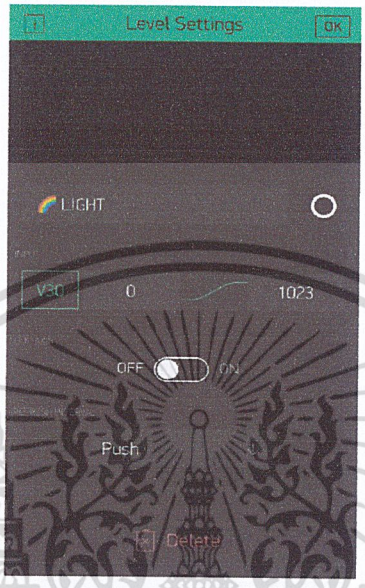
Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน widget Tool “Display” > Widget Labeled Value ตั้งชื่อ Sensor ว่า Light เลือกช่อง Input เป็น V28 และเลือก Label เป็นหน่วย lx ดังรูปที่ 3.95

รูปที่ 3.95 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Light

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.3 สร้าง Widget Level

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Level ตั้งชื่อ Sensor ว่า Light และเลือกช่องทาง Input เป็น V30 ดังรูปที่ 3.96



รูปที่ 3.96 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Light

10.4 สร้าง Widget Gauge

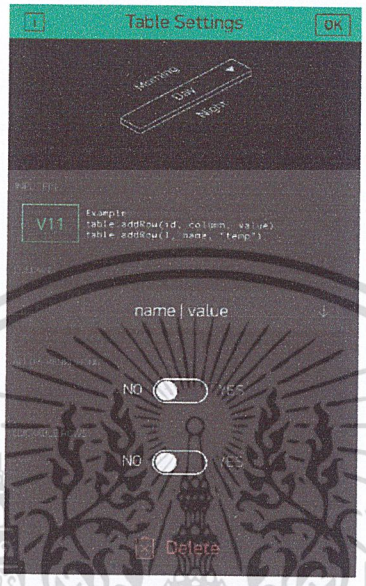
Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Gauge ตั้งชื่อ Sensor ว่า Light และเลือกช่องทาง Input เป็น V29 ดังรูปที่ 3.97

รูปที่ 3.97 แสดงหน้า Application Blynk (Gauge Settings) ส่วนของหน้า Light

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

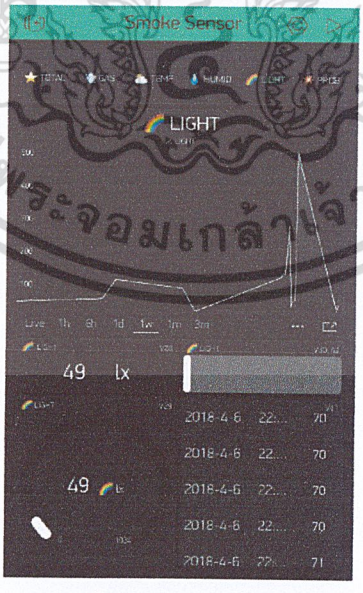
10.5 สร้าง Widget Table

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Table และเลือกช่องทาง Input เป็น V11 ดังรูปที่ 3.98



รูปที่ 3.98 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Light

และจะได้ส่วนของหน้า Light ดังรูปที่ 3.99



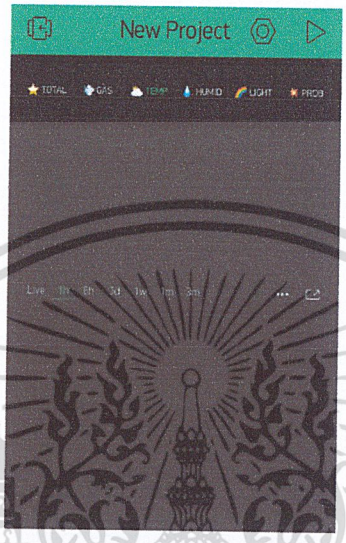
รูปที่ 3.99 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Light

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. หน้า Probability

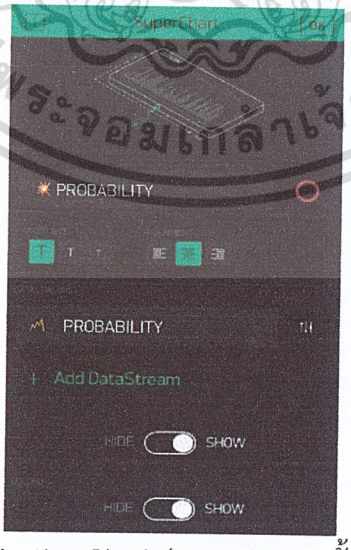
11.1 สร้าง Widget SuperChart

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > SuperChart และเมื่อลาก Widget มาวางจะได้ดังรูปที่ 3.100



รูปที่ 3.100 แสดงหน้า Application Blynk (New Project) สร้าง Widget SuperChart ของ Probability

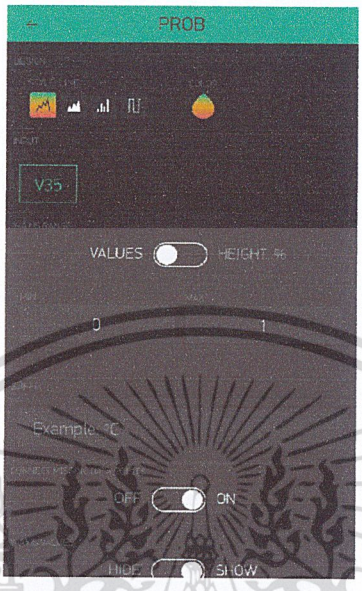
เมื่อลาก Widget SuperChart มาวางแล้ว ก็ตั้งค่าใน Widget SuperChart โดยกดไปที่ Widget ตั้งชื่อ Chart ว่า Sensor ซึ่งจะรับค่าจากกล่อง TTP เพิ่มเส้นกราฟโดยการเลือก +Add DataStream และตั้งชื่อ Sensor ว่า Probability ดังรูปที่ 3.101



รูปที่ 3.101 แสดงหน้า Application Blynk (SuperChart) ตั้งชื่อ Sensor ว่า Probability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

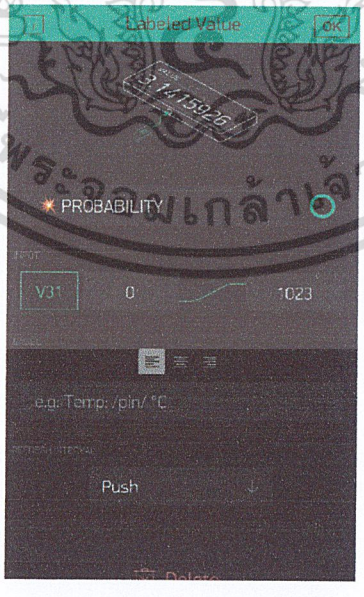
หลังจากนั้นกดที่ปุ่มการตั้งค่า Sensor ของ Probability โดยจะตั้งค่า คือ ช่อง Input เป็น V35 ดังรูปที่ 3.102



รูปที่ 3.102 แสดงหน้า Application Blynk (Humidity) ส่วนของหน้า Probability

11.2 สร้าง Widget Labeled Value

Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน widget Tool “Display” > Widget Labeled Value ตั้งชื่อ Sensor ว่า Probability เลือกช่อง Input เป็น V31 ดังรูปที่ 3.103

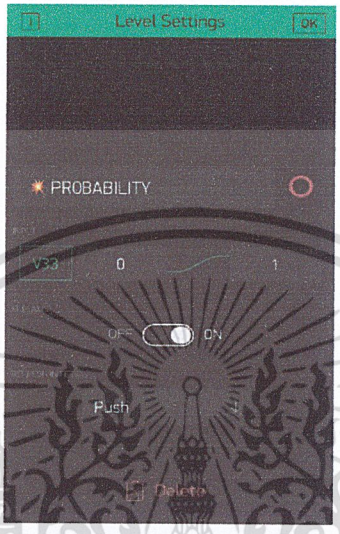


รูปที่ 3.103 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Value) ส่วนของหน้า Probability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.3 สร้าง Widget Level

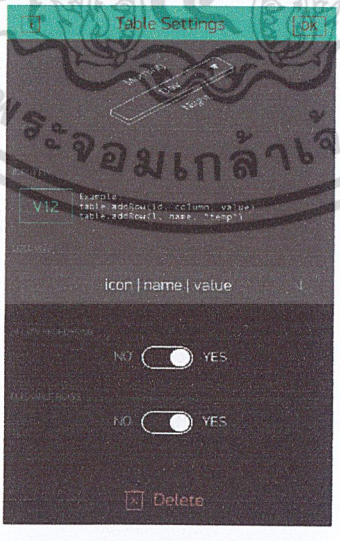
Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Level ตั้งชื่อ Sensor ว่า Probability และเลือกช่องทาง Input เป็น V33 ดังรูปที่ 3.104



รูปที่ 3.104 แสดงหน้า Application Blynk (Labeled Settings) ส่วนของหน้า Probability

11.4 สร้าง Widget Table

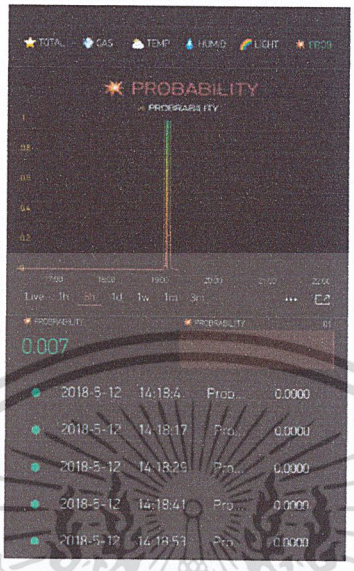
Touch Screen ไปทางด้านซ้าย จะแสดงหน้าจอ Widget Box แล้วเลือกใน Widget Tool “Display” > Widget Table และเลือกช่องทาง Input เป็น V12 ดังรูปที่ 3.105



รูปที่ 3.105 แสดงหน้า Application Blynk (Table Settings) ส่วนของหน้า Probability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะได้ส่วนของหน้า Probability ดังรูปที่ 3.106

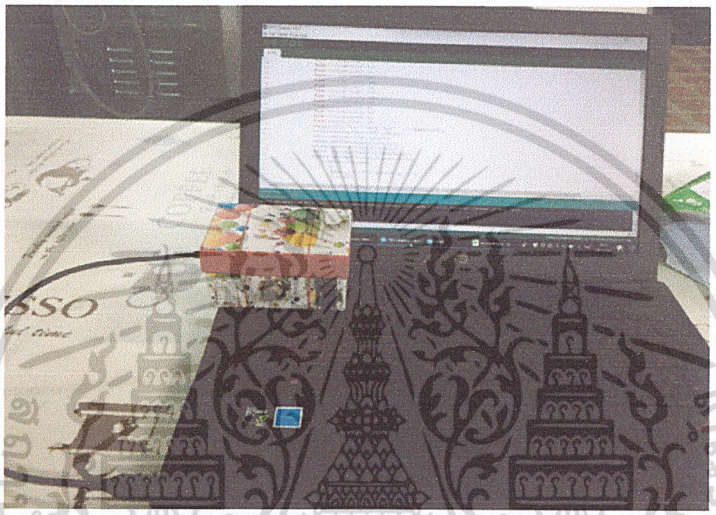


รูปที่ 3.106 แสดงหน้า Application Blynk หน้า Probability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี ซอยเทศบาลบางปู 118 (คลองเสาธง) ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ 10280 โดยก่อนนำอุปกรณ์ TTP ไปทดลองเก็บข้อมูล จะต้อง Upload โปรแกรมลงในอุปกรณ์ TTP ก่อน แสดงดังรูปที่ 3.107



รูปที่ 3.107 แสดงการ Upload โปรแกรมลงอุปกรณ์ TTP

รูปที่ 3.108 แสดงการเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ TTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในส่วนของผลการวิจัยการศึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยวิธีการถดถอยโลจิสติค จะใช้ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวน 488 ชุด มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R-Studio และได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการถดถอยโลจิสติค

4.1.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละคู่

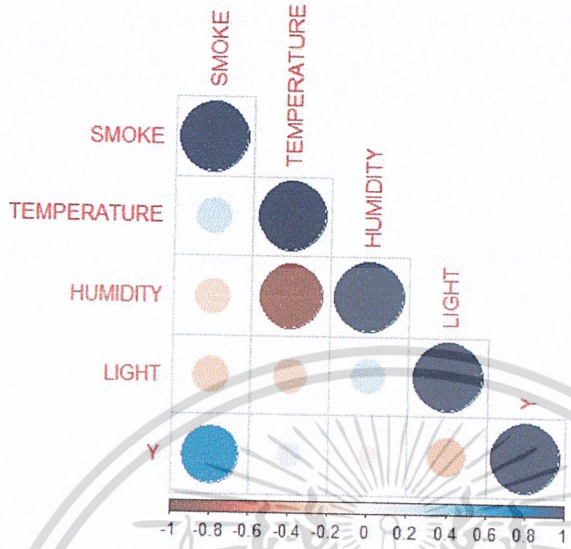
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละคู่ จะใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในการวิเคราะห์เพื่อเป็นการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นว่าข้อมูลแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันแบบใด ดังนี้

```
> TTP <- DATA
> corTTP <- cor(DATA[,c("SMOKE","TEMPERATURE","HUMIDITY","LIGHT","Y")])
> corTTP
                SMOKE TEMPERATURE    HUMIDITY      LIGHT           Y
SMOKE       1.0000000   0.2492512 -0.23854829 -0.2730434  0.67002964
TEMPERATURE 0.2492512   1.0000000 -0.85658651 -0.2477883  0.12524035
HUMIDITY    -0.2385483  -0.8565865  1.00000000  0.2298886 -0.09556642
LIGHT       -0.2730434  -0.2477883  0.22988858  1.0000000 -0.31075683
Y           0.6700296   0.1252403 -0.09556642 -0.3107568  1.00000000
```

รูปที่ 4.1 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
> corrplot(corTTP, type="lower")
```



รูปที่ 4.2 แสดงแผนภาพสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

จากรูปที่ 4.1 สามารถอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละคู่ และทำให้ทราบว่าควรนำตัวแปรทำนายใดบ้างเข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค ซึ่งอธิบายได้ดังนี้ [10]

ความสัมพันธ์ระหว่าง SMOKE กับ TEMPERATURE มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ 0.2493 หมายความว่า SMOKE กับ TEMPERATURE มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำในทิศทางเดียวกัน

ความสัมพันธ์ระหว่าง SMOKE กับ HUMIDITY มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ -0.2385 หมายความว่า SMOKE กับ HUMIDITY มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำในทิศทางตรงกันข้าม

ความสัมพันธ์ระหว่าง SMOKE กับ LIGHT มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ -0.2730 หมายความว่า SMOKE กับ LIGHT มีความสัมพันธ์กันระดับปานกลางในทิศทางตรงกันข้าม

ความสัมพันธ์ระหว่าง SMOKE กับ Y มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ 0.6700 หมายความว่า SMOKE กับ Y มีความสัมพันธ์กันระดับสูงในทิศทางเดียวกัน

ความสัมพันธ์ระหว่าง TEMPERATURE กับ HUMIDITY มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ -0.8566 หมายความว่า TEMPERATURE กับ HUMIDITY มีความสัมพันธ์กันระดับสูงยิ่งในทิศทางตรงกันข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่าง TEMPERATURE กับ LIGHT มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ -0.2478 หมายความว่า TEMPERATURE กับ LIGHT มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำในทิศทางตรงกันข้าม

ความสัมพันธ์ระหว่าง TEMPERATURE กับ Y มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ 0.1252 หมายความว่า TEMPERATURE กับ Y มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำในทิศทางเดียวกัน

ความสัมพันธ์ระหว่าง HUMIDITY กับ LIGHT มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ 0.2299 หมายความว่า HUMIDITY กับ LIGHT มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำในทิศทางเดียวกัน

ความสัมพันธ์ระหว่าง HUMIDITY กับ Y มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ -0.0956 หมายความว่า HUMIDITY กับ Y มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำในทิศทางตรงกันข้าม

และความสัมพันธ์ระหว่าง LIGHT กับ Y มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ -0.3108 หมายความว่า LIGHT กับ Y มีความสัมพันธ์กันระดับปานกลางในทิศทางตรงกันข้าม

ดังนั้นจากการวิเคราะห์เบื้องต้น ทำให้ทราบว่าในสมการถดถอยโลจิสติคควรมีตัวแปรทำนาย SMOKE TEMPERATURE LIGHT และค่าคงที่ หรือควรมีตัวแปรทำนาย SMOKE HUMIDITY LIGHT และค่าคงที่ เนื่องจากว่าในสมการถดถอยโลจิสติคไม่ควรมีตัวแปรทำนาย TEMPERATURE กับ HUMIDITY พร้อมกัน เพราะมีความสัมพันธ์กันระดับสูงยิ่งในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหา Collinearity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 เมื่อยังไม่นำตัวแปรทำนายเข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค

หลักการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติค ในขั้นแรกจะยังไม่นำตัวแปรทำนายใด ๆ เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค ซึ่งในสมการถดถอยโลจิสติคจะมีเพียงค่าคงที่เท่านั้น

```
> model1 <- glm(Y~NULL,family = binomial(logit),data = TTP)
> summary(model1)

Call:
glm(formula = Y ~ NULL, family = binomial(logit), data = TTP)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.5693  -0.5693  -0.5693  -0.5693   1.9493

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  -1.7378     0.1269  -13.69   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 411.87  on 487  degrees of freedom
Residual deviance: 411.87  on 487  degrees of freedom
AIC: 413.87

Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

รูปที่ 4.3 แสดงค่าคงที่ เมื่อยังไม่นำตัวแปรทำนายเข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค

เมื่อทราบว่าค่าคงที่ คือ $b_0 = -1.7378$ ในลำดับถัดไปต้องทดสอบว่าสมการถดถอยโลจิสติคควรมีค่าคงที่หรือไม่ ซึ่งจะทดสอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1 ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติค

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ คือ

$H_0 : b_0 = 0$ (ค่าคงที่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ logit)

$H_1 : b_0 \neq 0$ (ค่าคงที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ logit)

สถิติทดสอบ คือ

$$Wald = \left(\frac{b_0}{SE(b_0)} \right)^2$$

กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ คือ $\alpha = 0.05$

จะได้

$$Wald = \left(\frac{-1.7378}{0.1269} \right)^2$$

$$Wald = 187.5324$$

ค่า $Wald$ ที่คำนวณได้มีค่า 187.5324 ซึ่งมากกว่าค่าไค-สแควร์จากตาราง (3.8410) จึงทำให้ยอมรับ $H_1 : b_0 \neq 0$ นั่นคือ ค่าคงที่มีผลต่อการทำนายที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทราบว่าสมการถดถอยโลจิสติคควรมีค่าคงที่อยู่ในสมการ คือ

$$P_i = \frac{e^{(-1.7378)}}{1 + e^{(-1.7378)}} \qquad (4.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยโลจิสติค

พิจารณาค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค

การตรวจสอบความถูกต้องของสมการที่นำมาใช้พยากรณ์โอกาสที่สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นจะอันตราย ซึ่งมีเฉพาะค่าคงที่ ดังนี้

```
> predict1 <- predict(model1, type = 'response')
> table(dataTA1$Y, predict1 > 0.5)

   FALSE
0    415
1     73
```

รูปที่ 4.4 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค ที่มีเฉพาะค่าคงที่

จากรูปที่ 4.4 ทำให้ทราบว่าจากข้อมูลสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นจะอันตราย จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวน 488 ชุด โดยกำหนดว่าถ้าคำนวณได้ค่า $P_i > 0.5$ จะพยากรณ์ว่าอยู่ในระดับที่อันตราย แต่ถ้าคำนวณได้ค่า $P_i \leq 0.5$ จะพยากรณ์ว่าอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย พบว่าข้อมูลกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับที่ไม่อันตรายมี 415 ชุด และเมื่อใช้สมการที่ (4.1) พยากรณ์พบว่าข้อมูลดังกล่าวอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย 415 ชุด หมายความว่า พยากรณ์ถูกต้องร้อยละ 100 ในขณะที่ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับที่อันตรายมี 73 ชุด แต่เมื่อพยากรณ์โดยใช้สมการที่ (4.1) จะพยากรณ์ว่าอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย หมายความว่า พยากรณ์ถูกต้องร้อยละ 0 และการพยากรณ์เฉลี่ยโดยรวมถูกต้องร้อยละ 85.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 เมื่อนำตัวแปรทำนาย SMOKE, TEMPERATURE และ LIGHT เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค

นำตัวแปรทำนาย SMOKE, TEMPERATURE และ LIGHT เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค ดังนี้

สมการถดถอยโลจิสติค คือ

$$P_i = \frac{e^{(b_0+b_1 SMOKE_i+b_2 TEMPERATURE_i+b_3 LIGHT_i)}}{1+e^{(b_0+b_1 SMOKE_i+b_2 TEMPERATURE_i+b_3 LIGHT_i)}} \qquad (4.2)$$

โดยที่ $i = 1,2,\ldots,k$

4.1.3.1 วัดระดับความสัมพันธ์ของสมการถดถอยโลจิสติค

```
> PseudoR2(model2)
   McFadden Adj.McFadden    Cox.Snell   Nagelkerke McKelvey.Zavoina
  0.8415087    0.8172292    0.5084685    0.8920331       0.9843277
     Effron        Count    Adj.Count          AIC   Corrected.AIC
  0.8407797    0.9733607    0.8219178  73.2777428      73.3605586
```

รูปที่ 4.5 แสดง PseudoR2(model2)

พิจารณาค่า Cox & Snell R Square

จากรูปที่ 4.5 เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.2) จะได้ค่า Cox & Snell R Square เท่ากับ 0.5085 (R^2_{CS} = 0.5085) หมายความว่า สามารถอธิบายสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้น ว่ามีโอกาสที่จะอยู่ในระดับอันตรายร้อยละ 50.85

พิจารณาค่า Nagelkerke R Square

จากรูปที่ 4.5 เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.2) จะได้ค่า Nagelkerke R Square เท่ากับ 0.8920 (R^2_N = 0.8920) หมายความว่า สามารถอธิบายสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นว่ามีโอกาสที่จะอยู่ในระดับอันตรายร้อยละ 89.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยโลจิสติค

สถิติทดสอบความเหมาะสมของ Hosmer and Lemeshow

```
> hoslem.test(model2$y, fitted(model2))

        Hosmer and Lemeshow goodness of fit (GOF) test

data:  model2$y, fitted(model2)
X-squared = 0.7252, df = 8, p-value = 0.9995
```

รูปที่ 4.6 แสดงค่าของ Hosmer and Lemeshow (model2)

จากรูปที่ 4.6 ได้ค่าไค-สแควร์จากการคำนวณ คือ 0.7252 ซึ่งน้อยกว่าค่าไค-สแควร์จากตาราง (15.507) จึงทำให้ยอมรับ H_0 นั่นคือ สมการถดถอยโลจิสติค (4.2) มีความเหมาะสมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

พิจารณาค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค

```
> predict2 <- predict(model2, type = 'response')
> table(dataTA1$Y, predict2 > 0.5)

   FALSE TRUE
0   411    4
1     9   64
```

รูปที่ 4.7 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค (model2)

จากรูปที่ 4.7 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย มี 415 ชุด เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.2) พยากรณ์ พบว่ามีข้อมูลอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย 411 ชุดจึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 99.04

จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่อันตรายมี 73 ชุด เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.2) พยากรณ์ พบว่ามีข้อมูลอยู่ในระดับที่อันตราย 64 ชุด จึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 87.67

และร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 97.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 เมื่อนำตัวแปรทำนาย SMOKE, HUMIDITY และ LIGHT เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค

นำตัวแปรทำนาย SMOKE, HUMIDITY และ LIGHT เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค ดังนี้

สมการถดถอยโลจิสติค คือ

$$P_i = \frac{e^{(b_0+b_1SMOKE_i+b_2HUMIDITY_i+b_3LIGHT_i)}}{1+e^{(b_0+b_1SMOKE_i+b_2HUMIDITY_i+b_3LIGHT_i)}} \qquad (4.3)$$

โดยที่ $i = 1,2,\ldots,k$

4.1.4.1 วัดระดับความสัมพันธ์ของสมการถดถอยโลจิสติค

```
> PseudoR2(model3)
   McFadden     Adj.McFadden        Cox.Snell       Nagelkerke McKelvey.Zavoina
  0.8463498        0.8220702        0.5104727        0.8955492        0.9849349
     Effron            Count        Adj.Count              AIC   Corrected.AIC
  0.8446463        0.9754098        0.8356164       71.2838613       71.3666770
```

รูปที่ 4.8 แสดง PseudoR2(model3)

พิจารณาค่า Cox & Snell R Square

จากรูปที่ 4.8 เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.3) จะได้ค่า Cox & Snell R Square เท่ากับ 0.5105 (R^2_{CS} = 0.5105) หมายความว่า สามารถอธิบายสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้น ว่ามีโอกาสที่จะอยู่ในระดับอันตรายร้อยละ 51.05

พิจารณาค่า Nagelkerke R Square

จากรูปที่ 4.8 เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.3) จะได้ค่า Nagelkerke R Square เท่ากับ 0.8955 (R^2_N = 0.8955) หมายความว่า สามารถอธิบายสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้น ว่ามีโอกาสที่จะอยู่ในระดับอันตรายร้อยละ 89.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยโลจิสติค

สถิติทดสอบความเหมาะสมของ Hosmer and Lemeshow

```
> hoslem.test(model3$y, fitted(model3))

        Hosmer and Lemeshow goodness of fit (GOF) test

data:  model3$y, fitted(model3)
X-squared = 1.9648, df = 8, p-value = 0.9821
```

รูปที่ 4.9 แสดงค่าของ Hosmer and Lemeshow (model3)

จากรูปที่ 4.9 ได้ค่าไค-สแควร์จากการคำนวณ คือ 1.9648 ซึ่งน้อยกว่าค่าไค-สแควร์จากตาราง (15.507) จึงทำให้ยอมรับ H_0 นั่นคือ สมการถดถอยโลจิสติค (4.3) มีความเหมาะสมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

พิจารณาค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค

```
> predict3 <- predict(model3, type = 'response')
> table(dataTA1$Y, predict3 > 0.5)

   FALSE  TRUE
0    411     4
1      8    65
```

รูปที่ 4.10 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค (model3)

จากรูปที่ 4.10 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย มี 415 ชุด เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.3) พยากรณ์ พบว่ามีข้อมูลอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย 411 ชุด จึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 99.04

จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่อันตรายมี 73 ชุด เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.3) พยากรณ์ พบว่ามีข้อมูลอยู่ในระดับที่อันตราย 65 ชุด จึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 89.04

และร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 97.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบสมการถดถอยโลจิสติค (4.2) กับสมการถดถอยโลจิสติค (4.3) โดยพิจารณาจากค่าของ Cox & Snell R Square และค่าของ Nagelkerke R Square ทำให้ได้ว่าสมการที่ (4.3) ดีกว่า กล่าวคือ สามารถอธิบายสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นว่ามีโอกาสที่จะอยู่ในระดับอันตรายได้ดีกว่า และสมการที่ (4.3) ให้ค่าร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องเฉลี่ยโดยรวมได้ดีกว่าสมการที่ (4.2)

ในลำดับถัดไปจะแสดงการนำตัวแปรทำนาย SMOKE, HUMIDITY และ LIGHT เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติคใหม่ เพื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่ (4.3) ดังนี้

4.1.5 เมื่อนำตัวแปรทำนาย SMOKE, HUMIDITY และ LIGHT เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค (ใหม่)

```
> model3 <- glm(Y~SMOKE+HUMIDITY+LIGHT,family = binomial(logit),data = TTP)
> summary(model3)

Call:
glm(formula = Y ~ SMOKE + HUMIDITY + LIGHT, family = binomial(logit),data = TTP)

Deviance Residuals:
     Min        1Q    Median        3Q       Max
-2.54567  -0.06941  -0.01660  -0.00752   2.27404

Coefficients:
             Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -55.13781   16.30249  -3.382 0.000719 ***
SMOKE        43.85114    7.40551   5.921 3.19e-09 ***
HUMIDITY      0.60522    0.20858   2.902 0.003713 **
LIGHT        -0.02409    0.02250  -1.071 0.284308
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 411.870  on 487  degrees of freedom
Residual deviance:  63.284  on 484  degrees of freedom
AIC: 71.284

Number of Fisher Scoring iterations: 10
```

รูปที่ 4.11 แสดงสัมประสิทธิ์ของ SMOKE, HUMIDITY และ LIGHT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5.1 สถิติทดสอบอัตราส่วนความควรจะเป็น

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ คือ

$H_0 : b_i = 0$ (สัมประสิทธิ์ถดถอยโลจิสติคทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์)

$H_1 : b_i \neq 0$ (สัมประสิทธิ์ถดถอยโลจิสติคบางตัวมีค่าเท่ากับศูนย์)

โดยที่ $i = 1, 2, 3$

สถิติทดสอบ คือ

$Model\ Chi - Square = [-2LL \text{ (ที่มีเฉพาะค่าคงที่)}] - [-2\,\text{LL (มีตัวแปรทำนาย } p \text{ ตัว)}]$

$Model\ Chi - Square = (411.870) - (63.284)$

$Model\ Chi - Square = 348.586$

องศาความเป็นอิสระ (df) = ผลต่างของจำนวนตัวแปรทำนายใน 2 สมการถดถอยโลจิสติค

องศาความเป็นอิสระ $(df) = 3 - 0$

องศาความเป็นอิสระ $(df) = 3$

และค่า $Model\ Chi - Square$ ที่คำนวณได้มีค่า 348.586 ซึ่งมากกว่าค่าไค-สแควร์จากตาราง (7.815) จึงทำให้ยอมรับ H_1 นั่นคือ จะมี b_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่ไม่เท่ากับศูนย์ โดยที่ $i = 1, 2, 3$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.1.5.2 ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติค

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ คือ

$H_0 : b_i = 0$ (ตัวแปรทำนายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ logit)

$H_1 : b_i \neq 0$ (ตัวแปรทำนายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ logit)

โดยที่ $i = 1, 2, 3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบ คือ

$$Wald = \left(\frac{b_i}{SE(b_i)} \right)^2 \quad ; \; i = 1,2,3$$

ทดสอบสัมประสิทธิ์ของ SMOKE

กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ คือ $\alpha = 0.05$

จะได้ $$Wald = \left(\frac{b_1}{SE(b_1)} \right)^2$$

$$Wald = \left(\frac{43.85114}{7.40551} \right)^2$$

$$Wald = 35.0632$$

ค่า $Wald$ ที่คำนวณได้มีค่า 35.0632 ซึ่งมากกว่าค่าไค–สแควร์จากตาราง (3.8410) จึงทำให้ยอมรับ $H_1 : b_1 \neq 0$ นั่นคือ ตัวแปร SMOKE มีผลต่อการทำนายที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ทดสอบสัมประสิทธิ์ของ HUMIDITY

กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ คือ $\alpha = 0.05$

จะได้ $$Wald = \left(\frac{b_2}{SE(b_2)} \right)^2$$

$$Wald = \left(\frac{0.60522}{0.20858} \right)^2$$

$$Wald = 8.4194$$

ค่า $Wald$ ที่คำนวณได้มีค่า 8.4194 ซึ่งมากกว่าค่าไค–สแควร์จากตาราง (3.8410) จึงทำให้ยอมรับ $H_1 : b_2 \neq 0$ นั่นคือ ตัวแปร HUMIDITY มีผลต่อการทำนายที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทดสอบสัมประสิทธิ์ของ LIGHT

กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ คือ $\alpha = 0.05$

จะได้ $$Wald = \left(\frac{b_3}{SE(b_3)} \right)^2$$

$$Wald = \left(\frac{-0.02409}{0.02250} \right)^2$$

$$Wald = 1.1463$$

ค่า $Wald$ ที่คำนวณได้มีค่า 1.1463 ซึ่งน้อยกว่าค่าไค-สแควร์จากตาราง (3.8410) จึงทำให้ยอมรับ $H_0 : b_3 = 0$ นั่นคือ ตัวแปร LIGHT ไม่มีผลต่อการทำนายที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากสมการถดถอยโลจิสติค (4.3) จะมีตัวแปรทำนาย SMOKE, HUMIDITY และ LIGHT ซึ่งจากการทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติค ทำให้ทราบว่าสัมประสิทธิ์ของ SMOKE กับ HUMIDITY มีผลต่อการทำนายที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่สัมประสิทธิ์ของ LIGHT ไม่มีผลต่อการทำนายที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงต้องนำเพียงตัวแปรทำนาย SMOKE และ HUMIDITY เข้าสมการถดถอยโลจิสติคใหม่ ดังนี้

4.1.6 เมื่อนำตัวแปรทำนาย SMOKE และ HUMIDITY เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค

นำตัวแปรทำนาย SMOKE และ HUMIDITY เข้าสู่สมการถดถอยโลจิสติค ดังนี้

สมการถดถอยโลจิสติค คือ

$$P_i = \frac{e^{(b_0 + b_1 SMOKE_i + b_2 HUMIDITY_i)}}{1 + e^{(b_0 + b_1 SMOKE_i + b_2 HUMIDITY_i)}} \qquad (4.4)$$

โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, k$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6.1 วัดระดับความสัมพันธ์ของสมการถดถอยโลจิสติค

```
> PseudoR2(model4)
   McFadden  Adj.McFadden     Cox.Snell    Nagelkerke McKelvey.Zavoina
  0.8421469     0.8227232     0.5087331     0.8924975     0.9848642
     Effron        Count    Adj.Count           AIC   Corrected.AIC
  0.8394657     0.9754098     0.8356164  71.0149022    71.0644890
```

รูปที่ 4.12 แสดง PseudoR2(model4)

พิจารณาค่า Cox & Snell R Square

จากรูปที่ 4.12 เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.4) จะได้ค่า Cox & Snell R Square เท่ากับ 0.5087 (R^2_{CS} = 0.5087) หมายความว่า สามารถอธิบายสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้น ว่ามีโอกาสที่จะอยู่ในระดับอันตรายร้อยละ 50.87

พิจารณาค่า Nagelkerke R Square

จากรูปที่ 4.12 เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.4) จะได้ค่า Nagelkerke R Square เท่ากับ 0.8925 (R^2_N = 0.8925) หมายความว่า สามารถอธิบายสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้น ว่ามีโอกาสที่จะอยู่ในระดับอันตรายร้อยละ 89.25

4.1.6.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยโลจิสติค

สถิติทดสอบความเหมาะสมของ Hosmer and Lemeshow

```
> hoslem.test(model4$y, fitted(model4))

        Hosmer and Lemeshow goodness of fit (GOF) test

data:  model4$y, fitted(model4)
X-squared = 0.71585, df = 8, p-value = 0.9995
```

รูปที่ 4.13 แสดงค่าของ Hosmer and Lemeshow (model4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.13 ได้ค่าไค-สแควร์จากการคำนวณ คือ 0.7159 ซึ่งน้อยกว่าค่าไค-สแควร์จากตาราง (15.507) จึงทำให้ยอมรับ H_0 นั่นคือ สมการถดถอยโลจิสติค (4.4) มีความเหมาะสมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

พิจารณาค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค

```
> predict4 <- predict(model4, type = 'response')
> table(dataTA1$Y, predict4 > 0.5)

    FALSE TRUE
0   412     3
1     9    64
```

รูปที่ 4.14 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค (model4)

จากรูปที่ 4.14 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย มี 415 ชุด เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.4) พยากรณ์ พบว่ามีข้อมูลอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย 412 ชุด จึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 99.28

จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่อันตรายมี 73 ชุด เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.4) พยากรณ์ พบว่ามีข้อมูลอยู่ในระดับที่อันตราย 64 ชุด จึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 87.67

และร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 97.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในลำดับถัดไปจะทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติค ดังนี้

```
> model4 <- glm(Y~SMOKE+HUMIDITY,family = binomial(logit),data = TTP)
> summary(model4)

Call:
glm(formula = Y ~ SMOKE + HUMIDITY, family = binomial(logit),data = TTP)

Deviance Residuals:
     Min        1Q    Median        3Q       Max
-2.43922  -0.05993  -0.03992  -0.01726   2.35646

Coefficients:
             Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -57.1519    16.2260  -3.522 0.000428 ***
SMOKE        44.8175     7.2396   6.191 5.99e-10 ***
HUMIDITY      0.6210     0.2077   2.990 0.002792 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 411.870  on 487  degrees of freedom
Residual deviance:  65.015  on 485  degrees of freedom
AIC: 71.015

Number of Fisher Scoring iterations: 10
```

รูปที่ 4.15 แสดงสัมประสิทธิ์ของ SMOKE และ HUMIDITY

4.1.6.3 สถิติทดสอบอัตราส่วนความควรจะเป็น

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ คือ

$H_0 : b_i = 0$ (สัมประสิทธิ์ถดถอยโลจิสติคทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์)

$H_1 : b_i \neq 0$ (สัมประสิทธิ์ถดถอยโลจิสติคบางตัวมีค่าเท่ากับศูนย์)

โดยที่ $i = 1,2$

สถิติทดสอบ คือ

$$Model\ Chi-Square = [-2LL\ (\text{ที่มีเฉพาะค่าคงที่})] - [-2\,\text{LL}\ (\text{มีตัวแปรทำนาย}\ p\ \text{ตัว})]$$

$$Model\ Chi-Square = (411.870) - (65.015)$$

$$Model\ Chi-Square = 346.855$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาความเป็นอิสระ (df) = ผลต่างของจำนวนตัวแปรทำนายใน 2 สมการถดถอยโลจิสติค

องศาความเป็นอิสระ $(df) = 2-0$

องศาความเป็นอิสระ $(df) = 2$

และค่า *Model Chi – Square* ที่คำนวณได้มีค่า 346.855 ซึ่งมากกว่าค่าไค–สแควร์จากตาราง (5.991) จึงทำให้ยอมรับ H_1 นั่นคือ จะมี b_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่ไม่เท่ากับศูนย์ โดยที่ $i = 1,2$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.1.6.4 ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติค

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ คือ

$H_0 : b_i = 0$ (ตัวแปรทำนายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ logit)

$H_1 : b_i \neq 0$ (ตัวแปรทำนายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ logit)

โดยที่ $i = 1,2$

สถิติทดสอบ คือ

$$Wald = \left(\frac{b_i}{SE(b_i)} \right)^2 \; ; \; i = 1,2$$

ทดสอบสัมประสิทธิ์ของ SMOKE

กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ คือ $\alpha = 0.05$

จะได้

$$Wald = \left(\frac{b_1}{SE(b_1)} \right)^2$$

$$Wald = \left(\frac{44.8175}{7.2396} \right)^2$$

$$Wald = 38.3236$$

ค่า *Wald* ที่คำนวณได้มีค่า 38.3236 ซึ่งมากกว่าค่าไค–สแควร์จากตาราง (3.8410) จึงทำให้ยอมรับ $H_1 : b_1 \neq 0$ นั่นคือ ตัวแปร SMOKE มีผลต่อการทำนายที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทดสอบสัมประสิทธิ์ของ HUMIDITY

กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ คือ $\alpha = 0.05$

จะได้ $$Wald = \left(\frac{b_2}{SE(b_2)} \right)^2$$

$$Wald = \left(\frac{0.6210}{0.2077} \right)^2$$

$$Wald = 8.9394$$

ค่า $Wald$ ที่คำนวณได้มีค่า 8.9394 ซึ่งมากกว่าค่าไค-สแควร์จากตาราง (3.8410) จึงทำให้ยอมรับ $H_1 : b_2 \neq 0$ นั่นคือ ตัวแปร HUMIDITY มีผลต่อการทำนายที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และนำค่าสัมประสิทธิ์จากรูปที่ 4.15 แทนลงไปในสมการที่ (4.4) จะได้สมการถดถอยโลจิสติค คือ

$$P_i = \frac{e^{(-57.1519+44.8175SMOKE_i+0.6210HUMIDITY_i)}}{1+e^{(-57.1519+44.8175SMOKE_i+0.6210HUMIDITY_i)}} \qquad (4.5)$$

โดยที่ $i = 1,2,\ldots,k$

ตัวอย่างที่ 1

เมื่อสุ่มค่าที่ได้จากการทดลอง คือ $SMOKE_1 = 0.1823 ppm, TEMPERATURE_1 = 35.00\,^{\circ}\mathrm{C}, HUMIDITY_1 = 64.20 RH\%$ และ $LIGHT_1 = 470 lx$

แทนค่าในสมการที่ (4.5) จะได้

$$P_1 = \frac{e^{(-57.1519+44.8175(0.1823)+0.6210(64.20))}}{1+e^{(-57.1519+44.8175(0.1823)+0.6210(64.20))}}$$

$$P_1 = 0.000110160$$

ค่า $P_1 \leq 0.5$ หมายความว่า สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2

เมื่อสุ่มค่าที่ได้จากการทดลอง คือ $SMOKE_2 = 0.3137\,ppm$, $TEMPERATURE_2 = 32.80\,^{\circ}\mathrm{C}$, $HUMIDITY_2 = 70.30\,RH\%$ และ $LIGHT_2 = 29.00\,lx$

แทนค่าในสมการที่ (4.5) จะได้

$$P_2 = \frac{e^{(-57.1519+44.8175(0.3137)+0.6210(70.30))}}{1+e^{(-57.1519+44.8175(0.3137)+0.6210(70.30))}}$$

$$P_2 = 0.637318421$$

ค่า $P_2 > 0.5$ หมายความว่า สภาพแวดล้อม ณ บริเวณนั้น อยู่ในระดับอันตราย อุปกรณ์ TTP จะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือที่ Application Line

4.2 ทดสอบสมการถดถอยโลจิสติคที่ได้จากการวิเคราะห์

เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.5) มาพยากรณ์ ในการนำไปทดสอบใช้งานกับข้อมูลจำนวน 330 ชุด ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี เมื่อวันเสาร์ ที่ 12 พฤษภาคม 2561 ให้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	YI	Pi = (1/(1+EXP(-(-57.1519+(44.8175*SMOKE)+(0.621*HUMIDITY)))))	Pi (Predict)
0.0979	32.30	70.90	1547.00	0	0.000160771	0
0.0931	32.30	71.10	1555.00	0	0.0001468	0
0.0915	32.40	71.00	563.00	0	0.000128417	0
0.0876	32.30	71.10	455.00	0	0.000114733	0
0.0923	32.30	71.20	1552.00	0	0.000150704	0
0.0846	32.40	71.30	1548.00	0	0.000113563	0
0.0854	32.40	71.70	1795.00	0	0.000150893	0
0.0839	32.40	71.60	1549.00	0	0.000132591	0
0.0846	32.40	71.70	1547.00	0	0.00014558	0
0.0775	32.40	71.40	1550.00	0	8.7907E-05	0
0.0761	32.40	71.30	1561.00	0	7.75905E-05	0
0.0946	32.40	71.90	1675.00	0	0.000258007	0
0.0761	32.40	71.90	848.00	0	0.000112619	0
0.0846	32.40	72.00	1947.00	0	0.000175387	0
0.0931	32.40	71.90	2067.00	0	0.000241237	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi	Pi = (1/(1+EXP(-(-57.1519+(44.8175*SMOKE)+(0.621*HUMIDITY)))))	Pi (Predict)
0.0715	32.40	71.10	547.00	0	5.57627E-05	0
0.0721	32.40	71.10	805.00	0	5.72825E-05	0
0.0702	32.40	71.10	1058.00	0	5.26069E-05	0
0.0702	32.40	71.30	1083.00	0	5.95633E-05	0
0.0689	32.40	71.40	1055.00	0	5.97923E-05	0
0.05	32.40	71.80	1971.00	0	3.28599E-05	0
0.0551	32.50	74.70	930.00	0	0.000250011	0
0.0734	32.60	72.90	934.00	0	0.000185662	0
0.0741	32.60	72.30	1200.00	0	0.000131994	0
0.0715	32.60	71.60	858.00	0	7.60648E-05	0
0.0696	32.60	71.50	1429.00	0	6.56503E-05	0
0.0677	32.70	71.20	1499.00	0	5.00441E-05	0
0.0652	32.70	71.20	1190.00	0	4.47399E-05	0
0.0623	32.70	71.20	610.00	0	3.92873E-05	0
0.064	32.70	71.90	1183.00	0	6.54813E-05	0
0.0628	32.70	71.80	551.00	0	5.83169E-05	0
0.0685	32.90	71.50	1464.00	0	6.24925E-05	0
0.0566	32.80	71.00	1436.00	0	2.68766E-05	0
0.0708	32.80	70.70	1385.00	0	4.21548E-05	0
0.0658	32.90	70.40	1412.00	0	2.79656E-05	0
0.0514	32.90	69.90	1033.00	0	1.07523E-05	0
0.0499	32.90	69.20	1416.00	0	6.50907E-06	0
0.0499	32.90	69.20	1420.00	0	6.50907E-06	0
0.048	32.90	69.20	1415.00	0	5.97775E-06	0
0.0484	32.90	69.20	1419.00	0	6.08588E-06	0
0.0461	32.90	69.20	1416.00	0	5.4898E-06	0
0.0452	32.90	69.60	1413.00	0	6.75954E-06	0
0.0434	32.90	69.20	1415.00	0	4.86412E-06	0
0.0429	33.00	69.30	1020.00	0	5.06106E-06	0
0.0425	33.00	69.30	478.00	0	4.97114E-06	0
0.0412	33.00	69.30	389.00	0	4.68979E-06	0
0.0425	33.10	69.40	1483.00	0	5.28963E-06	0
0.045	33.10	69.40	1449.00	0	5.91678E-06	0
0.0416	33.10	69.40	1505.00	0	5.08052E-06	0
0.0408	33.10	69.40	1142.00	0	4.90159E-06	0
0.0395	33.10	69.90	838.00	0	6.30785E-06	0
0.0494	33.10	70.00	798.00	0	1.04603E-05	0
0.0494	33.20	69.40	860.00	0	7.20653E-06	0
0.0391	33.20	69.90	286.00	0	6.19578E-06	0
0.041	33.20	70.50	570.00	0	9.79251E-06	0
0.0375	33.20	70.40	554.00	0	7.86686E-06	0
0.0367	33.30	70.30	1023.00	0	7.13281E-06	0
0.0363	33.30	69.60	1467.00	0	4.53616E-06	0
0.0352	33.40	69.30	1555.00	0	3.58401E-06	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	YI	Pi = (1/(1+EXP(-(-57.1519+(44.8175*SMOKE)+(0.621*HUMIDITY)))))	Pi (Predict)
0.0352	33.40	69.10	1556.00	0	3.16541E-06	0
0.0355	33.30	69.00	1324.00	0	3.01509E-06	0
0.0355	33.40	68.90	724.00	0	2.83355E-06	0
0.034	33.40	68.80	1273.00	0	2.4898E-06	0
0.0369	33.40	69.20	1528.00	0	3.63487E-06	0
0.0344	33.40	69.20	1533.00	0	3.24959E-06	0
0.0344	33.40	69.50	1560.00	0	3.91505E-06	0
0.0344	33.40	69.30	1547.00	0	3.45779E-06	0
0.0329	33.40	69.10	1549.00	0	2.85538E-06	0
0.0361	33.40	68.80	1563.00	0	2.73551E-06	0
0.0322	33.40	68.90	1544.00	0	2.44399E-06	0
0.0322	33.50	68.80	1544.00	0	2.29683E-06	0
0.0149	33.20	69.10	14130.00	0	1.27442E-06	0
0.026	33.30	71.20	894.00	0	7.72188E-06	0
0.0275	33.30	70.90	895.00	0	6.85505E-06	0
0.0363	33.30	70.40	359.00	0	7.45495E-06	0
0.0322	33.30	70.90	182.00	0	8.46234E-06	0
0.026	33.40	72.60	171.00	0	1.84202E-05	0
0.0257	33.40	71.90	746.00	0	1.17671E-05	0
0.0245	33.40	71.20	245.00	0	7.21983E-06	0
0.024	33.40	70.70	894.00	0	5.17545E-06	0
0.0234	33.40	70.30	890.00	0	3.92999E-06	0
0.0226	33.40	70.00	885.00	0	3.1471E-06	0
0.022	33.40	70.10	906.00	0	3.25989E-06	0
0.0223	33.40	71.70	160.00	0	8.92389E-06	0
0.0228	33.40	69.60	243.00	0	2.477E-06	0
0.0228	33.40	69.60	243.00	0	2.477E-06	0
0.0218	33.40	69.60	239.00	0	2.36844E-06	0
0.021	33.40	69.60	156.00	0	2.28502E-06	0
0.0205	33.40	69.60	156.00	0	2.23439E-06	0
0.0205	33.40	69.60	155.00	0	2.23439E-06	0
0.02	33.40	69.60	156.00	0	2.18487E-06	0
0.0197	33.40	69.60	155.00	0	2.15569E-06	0
0.0195	33.40	69.60	112.00	0	2.13646E-06	0
0.0235	33.40	69.30	113.00	0	2.12149E-06	0
0.0208	33.40	69.10	112.00	0	1.66016E-06	0
0.0222	33.40	69.60	110.00	0	2.41128E-06	0
0.0222	33.30	69.20	100.00	0	1.88091E-06	0
0.0188	33.30	69.20	92.00	0	1.61507E-06	0
0.0174	33.30	69.00	92.00	0	1.33968E-06	0
0.0172	33.30	68.60	90.00	0	1.03569E-06	0
0.0167	33.20	68.30	92.00	0	8.40601E-07	0
0.0167	33.20	68.20	91.00	0	7.89988E-07	0
0.0163	33.20	67.70	91.00	0	5.68835E-07	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi	Pi = (1/(1+EXP(-(-57.1519+(44.8175*SMOKE)+(0.621*HUMIDITY)))))	Pi (Predict)
0.0163	33.20	67.50	91.00	0	5.02397E-07	0
0.0161	33.20	67.80	92.00	0	5.99878E-07	0
0.0156	33.20	68.00	90.00	0	6.64157E-07	0
0.0161	33.10	68.40	65.00	0	8.70725E-07	0
0.0161	33.10	68.80	58.00	0	1.11625E-06	0
0.0161	33.10	69.20	51.00	0	1.431E-06	0
0.0154	33.20	69.20	51.00	0	1.3868E-06	0
0.0156	33.20	69.30	51.00	0	1.48894E-06	0
0.0154	33.20	69.40	51.00	0	1.57019E-06	0
0.0154	33.20	69.40	51.00	0	1.57019E-06	0
0.0152	33.20	69.40	51.00	0	1.55618E-06	0
0.0197	33.20	69.40	51.00	0	1.90392E-06	0
0.0148	33.20	69.30	51.00	0	1.4365E-06	0
0.0179	33.30	69.30	51.00	0	1.65061E-06	0
0.0192	33.30	69.30	51.00	0	1.74963E-06	0
0.0141	33.30	69.30	50.00	0	1.39213E-06	0
0.0137	33.30	69.00	50.00	0	1.13497E-06	0
0.0137	33.40	69.00	51.00	0	1.13497E-06	0
0.0137	33.40	69.20	49.00	0	1.28506E-06	0
0.0135	33.40	69.00	65.00	0	1.12485E-06	0
0.0131	33.40	68.80	68.00	0	9.75816E-07	0
0.0129	33.40	68.80	73.00	0	9.67108E-07	0
0.0124	33.40	68.80	74.00	0	9.45678E-07	0
0.0124	33.40	68.50	75.00	0	7.84936E-07	0
0.0121	33.40	68.60	76.00	0	8.24071E-07	0
0.0119	33.40	68.80	76.00	0	9.24722E-07	0
0.0121	33.40	69.10	77.00	0	1.12412E-06	0
0.0122	33.40	69.10	74.00	0	1.12917E-06	0
0.0121	33.40	68.80	82.00	0	9.33048E-07	0
0.0119	33.40	68.20	104.00	0	6.37079E-07	0
0.0117	33.50	68.30	106.00	0	6.71847E-07	0
0.0116	33.50	68.40	108.00	0	7.11694E-07	0
0.0159	33.40	67.90	108.00	0	6.32616E-07	0
0.0114	33.40	68.00	108.00	0	5.50202E-07	0
0.0163	33.40	68.00	108.00	0	6.85323E-07	0
0.0163	33.40	67.80	108.00	0	6.0528E-07	0
0.0137	33.40	67.50	107.00	0	4.47137E-07	0
0.0142	33.40	67.10	108.00	0	3.56692E-07	0
0.0161	33.30	67.10	107.00	0	3.88397E-07	0
0.0161	33.30	66.90	106.00	0	3.43033E-07	0
0.0156	33.30	66.80	95.00	0	3.15235E-07	0
0.0161	33.30	67.10	107.00	0	3.88397E-07	0
0.0161	33.40	67.00	107.00	0	3.65011E-07	0
0.0181	33.30	66.90	105.00	0	3.75201E-07	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi	Pi = (1/(1+EXP(-(-57.1519+(44.8175*SMOKE)+(0.621*HUMIDITY)))))	Pi (Predict)
0.021	33.30	66.60	107.00	0	3.54651E-07	0
0.0223	33.30	66.30	88.00	0	3.12029E-07	0
0.0305	33.30	66.10	103.00	0	3.97979E-07	0
0.0329	33.30	66.40	103.00	0	5.33928E-07	0
0.0301	33.30	66.60	107.00	0	5.3324E-07	0
0.0285	33.30	66.20	107.00	0	3.8717E-07	0
0.0266	33.40	66.10	107.00	0	3.34157E-07	0
0.0359	33.30	65.70	105.00	0	3.95446E-07	0
0.0305	33.40	65.90	107.00	0	3.51496E-07	0
0.0359	33.30	65.50	108.00	0	3.49259E-07	0
0.0383	33.30	65.30	108.00	0	3.43496E-07	0
0.0331	33.30	65.00	96.00	0	2.2584E-07	0
0.0303	33.30	65.00	107.00	0	1.99205E-07	0
0.0307	33.30	64.40	109.00	0	1.39723E-07	0
0.0269	33.30	63.80	115.00	0	8.11871E-08	0
0.0237	33.30	64.10	115.00	0	8.47445E-08	0
0.0408	33.30	64.00	112.00	0	1.71386E-07	0
0.3619	33.30	64.10	72.00	0	0.244835925	0
0.1413	33.40	64.10	74.00	0	1.64843E-05	0
0.0782	33.40	63.50	58.00	0	6.71553E-07	0
0.0671	33.40	63.80	56.00	0	4.91971E-07	0
0.0996	33.40	64.60	58.00	0	3.46957E-06	0
0.0741	33.40	65.10	58.00	0	1.50936E-06	0
0.06	33.40	65.10	58.00	0	8.02326E-07	0
0.0489	33.50	65.20	59.00	0	5.19123E-07	0
0.0484	33.50	65.20	59.00	0	5.0762E-07	0
0.0412	33.50	64.80	47.00	0	2.8676E-07	0
0.0379	33.60	65.00	64.00	0	2.80045E-07	0
0.0355	33.60	64.80	70.00	0	2.22113E-07	0
0.0514	33.60	63.90	63.00	0	2.59015E-07	0
0.1468	33.70	64.20	53.00	0	2.24434E-05	0
1.1495	34.00	64.40	55.00	1	1	1
1.1495	34.00	64.40	55.00	1	1	1
0.1967	34.30	64.20	56.00	0	0.00021002	0
0.1138	34.40	63.30	58.00	0	2.92455E-06	0
0.0879	34.40	63.10	70.00	0	8.09101E-07	0
0.064	34.40	62.70	66.00	0	2.16239E-07	0
0.0514	34.30	62.30	67.00	0	9.5898E-08	0
0.047	34.30	62.40	67.00	0	8.37795E-08	0
0.0748	34.30	62.80	64.00	0	3.73349E-07	0
0.0696	34.30	63.00	69.00	0	3.34844E-07	0
0.0652	34.30	63.00	65.00	0	2.74916E-07	0
0.0623	34.30	63.20	67.00	0	2.73334E-07	0
0.0869	34.30	63.60	90.00	0	1.05533E-06	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi	Pi = (1/(1+EXP(-(-57.1519+(44.8175*SMOKE)+(0.621*HUMIDITY)))))	Pi (Predict)
0.0628	34.30	64.10	133.00	0	4.88825E-07	0
0.0623	34.30	63.60	124.00	0	3.50407E-07	0
0.0524	34.30	63.70	130.00	0	2.39248E-07	0
0.3454	34.30	63.70	134.00	1	0.107720886	0
0.3293	34.30	63.90	136.00	0	0.062292487	0
0.2234	34.30	63.60	144.00	0	0.000478646	0
0.1283	34.30	63.30	150.00	0	5.60125E-06	0
0.0987	34.30	63.30	152.00	0	1.48646E-06	0
0.0902	34.30	63.60	151.00	0	1.22354E-06	0
0.0777	34.30	63.20	145.00	0	5.45054E-07	0
0.0822	34.30	63.60	150.00	0	8.54882E-07	0
0.0877	34.30	62.80	143.00	0	6.65581E-07	0
0.1235	34.30	62.80	151.00	0	3.31139E-06	0
0.2474	34.30	62.80	152.00	0	0.000853552	0
0.3621	34.30	62.80	150.00	0	0.127340233	0
0.3122	34.40	62.80	152.00	0	0.015351425	0
0.2215	34.50	63.00	152.00	0	0.000302894	0
0.1038	34.50	62.20	150.00	0	9.43524E-07	0
0.0903	34.50	61.90	142.00	0	4.27642E-07	0
0.1015	34.50	62.20	140.00	0	8.5111E-07	0
0.1024	34.40	62.10	150.00	0	8.32786E-07	0
0.0941	34.50	62.40	148.00	0	6.91658E-07	0
0.0796	34.50	62.40	155.00	0	3.6113E-07	0
0.0748	34.50	62.10	154.00	0	2.41728E-07	0
0.0782	34.50	62.40	156.00	0	3.39167E-07	0
0.0854	34.50	62.50	160.00	0	4.98339E-07	0
0.0803	34.50	62.50	157.00	0	3.96514E-07	0
0.0988	34.50	62.80	155.00	0	1.09459E-06	0
0.0907	34.50	62.40	164.00	0	5.93901E-07	0
0.1283	34.50	62.40	222.00	0	3.20302E-06	0
0.4334	34.50	62.90	175.00	1	0.791320667	1
0.3715	34.50	62.50	176.00	1	0.155815462	0
0.2368	34.50	62.00	191.00	0	0.000323135	0
0.1233	34.50	62.00	203.00	0	1.99692E-06	0
0.0988	34.30	61.60	200.00	0	5.19535E-07	0
0.0768	34.30	62.10	205.00	0	2.64396E-07	0
0.0664	34.30	62.00	202.00	0	1.55905E-07	0
0.054	34.30	62.20	200.00	0	1.01262E-07	0
0.0635	34.20	62.30	190.00	0	1.64939E-07	0
0.0574	34.10	62.30	206.00	0	1.25485E-07	0
0.0511	34.10	62.50	203.00	0	1.0713E-07	0
0.0497	34.10	62.90	262.00	0	1.28985E-07	0
0.0439	34.10	63.40	556.00	0	1.35674E-07	0
0.0555	34.10	64.20	80.00	0	3.75004E-07	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi	Pi = (1/(1+EXP(-(-57.1519+(44.8175*SMOKE)+(0.621*HUMIDITY)))))	PI (Predict)
0.0475	34.10	63.70	77.00	0	1.92077E-07	0
0.0403	34.10	63.40	84.00	0	1.15458E-07	0
0.0391	34.10	63.70	78.00	0	1.31819E-07	0
0.1645	34.20	63.20	83.00	0	2.66626E-05	0
0.142	34.20	64.00	84.00	0	1.59855E-05	0
0.0923	34.10	64.20	78.00	0	1.95124E-06	0
0.1243	34.20	63.50	85.00	0	5.30113E-06	0
0.1377	34.30	63.60	588.00	0	1.02838E-05	0
0.2252	34.60	63.80	540.00	0	0.000587411	0
0.1719	34.60	63.80	565.00	0	5.39191E-05	0
0.1546	34.80	64.00	494.00	0	2.81168E-05	0
0.2679	34.80	63.40	415.00	1	0.003098012	0
0.1823	35.00	64.20	470.00	0	0.00011016	0
0.1784	35.00	63.00	516.00	0	4.39041E-05	0
0.1996	35.10	62.50	665.00	0	8.32294E-05	0
0.1707	35.10	61.80	610.00	0	1.47574E-05	0
0.1524	35.20	61.30	210.00	0	4.76402E-06	0
0.2557	35.20	61.80	336.00	0	0.000665527	0
0.1318	35.30	61.00	384.00	0	1.57075E-06	0
0.1057	35.30	60.40	470.00	0	3.35954E-07	0
0.0856	35.30	60.90	446.00	0	1.86167E-07	0
0.0611	35.20	60.90	640.00	0	6.20919E-08	0
0.0963	35.20	60.40	634.00	0	2.20454E-07	0
0.0664	35.10	59.90	593.00	0	4.23153E-08	0
0.0489	35.10	59.50	610.00	0	1.5066E-08	0
0.0438	35.00	59.60	609.00	0	1.27556E-08	0
0.0395	35.00	59.80	604.00	0	1.19109E-08	0
0.0391	34.80	59.60	598.00	0	1.03329E-08	0
0.0379	34.80	60.20	616.00	0	1.42129E-08	0
0.0371	34.70	60.30	595.00	0	1.45909E-08	0
0.0326	34.80	60.10	596.00	0	1.0533E-08	0
0.0301	34.70	59.70	577.00	0	7.34539E-09	0
0.0295	34.70	60.10	625.00	0	9.16674E-09	0
0.0282	34.70	60.30	578.00	0	9.79155E-09	0
0.021	34.60	62.40	194.00	0	2.61261E-08	0
0.0282	34.60	60.80	610.00	0	1.33567E-08	0
0.0272	34.60	60.40	619.00	0	9.96224E-09	0
0.0277	34.40	60.20	660.00	0	8.99807E-09	0
0.0313	34.40	60.70	651.00	0	1.44234E-08	0
0.03	34.40	63.70	238.00	0	8.7671E-08	0
0.0296	34.40	62.10	70.00	0	3.18827E-08	0
0.0303	34.40	61.90	75.00	0	2.90563E-08	0
0.0348	34.40	61.80	73.00	0	3.34086E-08	0
0.0329	34.30	62.10	75.00	0	3.69646E-08	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi	Pi = (1/(1+EXP(-(-57.1519+(44.8175*SMOKE)+(0.621*HUMIDITY)))))	Pi (Predict)
0.0291	34.40	62.20	77.00	0	3.31736E-08	0
0.0266	34.40	62.30	77.00	0	3.15575E-08	0
0.0285	34.40	62.10	77.00	0	3.0349E-08	0
0.0282	34.40	62.10	74.00	0	2.99437E-08	0
0.0298	34.30	61.90	75.00	0	2.84124E-08	0
0.0333	34.30	62.00	77.00	0	3.53673E-08	0
0.0308	34.30	61.90	75.00	0	2.97148E-08	0
0.0322	34.30	62.00	77.00	0	3.3666E-08	0
0.0305	34.30	62.10	77.00	0	3.3195E-08	0
0.0288	34.30	62.20	75.00	0	3.27306E-08	0
0.0329	34.30	62.50	75.00	0	4.73876E-08	0
0.0348	34.20	62.60	75.00	0	5.49056E-08	0
0.0295	34.20	62.70	75.00	0	4.60709E-08	0
0.0313	34.20	63.10	77.00	0	6.40237E-08	0
0.0313	34.20	63.40	75.00	0	7.71347E-08	0
0.0313	34.20	63.70	75.00	0	9.29306E-08	0
0.0283	34.20	63.50	75.00	0	7.17509E-08	0
0.0272	34.20	63.30	75.00	0	6.03223E-08	0
0.0255	34.20	63.50	75.00	0	6.3289E-08	0
0.0234	34.20	63.30	76.00	0	5.08762E-08	0
0.0263	34.20	63.30	76.00	0	5.79376E-08	0
0.0257	34.20	63.50	75.00	0	6.38589E-08	0
0.0237	34.20	63.50	74.00	0	5.83839E-08	0
0.0223	34.20	63.50	74.00	0	5.48332E-08	0
0.0202	34.20	63.50	74.00	0	4.99079E-08	0
0.0205	34.20	64.00	74.00	0	6.90012E-08	0
0.0197	34.20	64.40	74.00	0	8.53423E-08	0
0.0197	34.30	64.30	72.00	0	8.02038E-08	0
2.0558	34.30	63.60	73.00	1	1	1
0.5778	34.30	63.50	72.00	1	0.999719078	1
0.2635	34.30	63.50	73.00	0	0.00270758	0
0.1783	34.30	63.60	74.00	0	6.34408E-05	0
0.1433	34.30	63.60	74.00	0	1.32175E-05	0
0.1085	34.30	63.60	72.00	0	2.77849E-06	0
0.1004	34.30	63.50	72.00	0	1.81627E-06	0
0.0817	34.30	63.60	72.00	0	8.35938E-07	0
0.0655	34.30	63.60	72.00	0	4.04443E-07	0
0.048	34.30	63.20	74.00	0	1.43999E-07	0
0.042	34.30	63.20	75.00	0	1.10046E-07	0
0.0383	34.30	63.10	75.00	0	8.76171E-08	0
0.0352	34.30	62.60	78.00	0	5.58987E-08	0
0.0319	34.30	62.80	76.00	0	5.45896E-08	0
0.0298	34.30	62.60	75.00	0	4.3883E-08	0
0.0279	34.30	62.80	120.00	0	4.56304E-08	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบใช้งานอุปกรณ์ TTP ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi	Pi = (1/(1+EXP(-(-57.1519+(44.8175*SMOKE)+(0.621*HUMIDITY)))))	Pi (Predict)
0.0272	34.30	63.00	120.00	0	5.0069E-08	0
0.0242	34.30	62.50	120.00	0	3.20869E-08	0
0.0228	34.30	62.00	124.00	0	2.20918E-08	0
0.0215	34.30	61.30	125.00	0	1.3494E-08	0
0.0202	34.30	61.30	132.00	0	1.27302E-08	0
0.0192	34.20	61.40	132.00	0	1.29522E-08	0
0.0188	34.20	61.50	132.00	0	1.35371E-08	0

และพิจารณาค่าความถูกต้องจากการพยากรณ์ของสมการถดถอยโลจิสติค (4.5) ดังนี้

```
> R <- Result
> table(R$Y, R$`Py=(1/(1+e^(-z)))` > 0.5)

   FALSE TRUE
0    322    0
1      3    5
```

รูปที่ 4.16 แสดงค่าความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค (4.5) เมื่อทดสอบใช้งาน

จากรูปที่ 4.16 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย มี 322 ชุด เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.5) พยากรณ์ พบว่ามีข้อมูลอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย 322 ชุด จึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 100.00

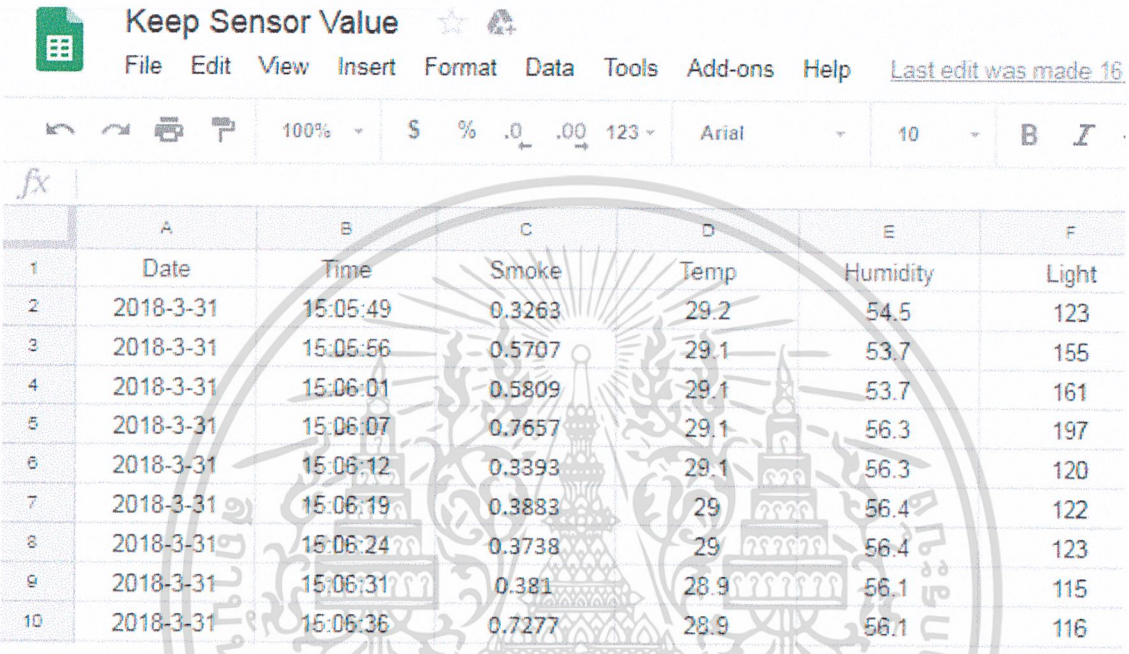
จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่อันตรายมี 8 ชุด เมื่อใช้สมการถดถอยโลจิสติค (4.5) พยากรณ์ พบว่ามีข้อมูลอยู่ในระดับที่อันตราย 5 ชุด จึงทำให้สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 62.50

และร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 99.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ตัวอย่างผลการแสดงของ Google Sheets

เมื่ออุปกรณ์ TTP ทำงานจะส่งข้อมูลมายัง Google Sheets ที่ไฟล์ของ Keep Sensor Value ดังรูปที่ 4.17



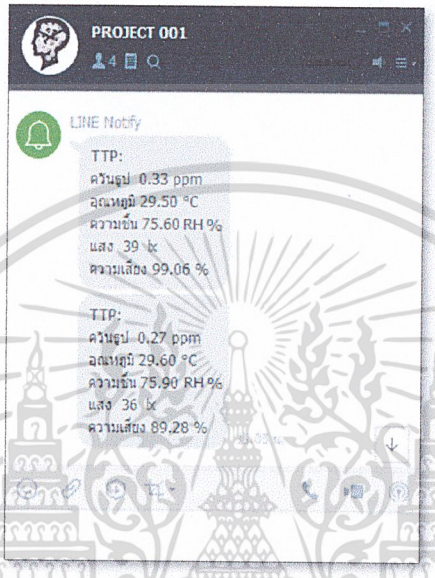
	A	B	C	D	E	F
1	Date	Time	Smoke	Temp	Humidity	Light
2	2018-3-31	15:05:49	0.3263	29.2	54.5	123
3	2018-3-31	15:05:56	0.5707	29.1	53.7	155
4	2018-3-31	15:06:01	0.5809	29.1	53.7	161
5	2018-3-31	15:06:07	0.7657	29.1	56.3	197
6	2018-3-31	15:06:12	0.3393	29.1	56.3	120
7	2018-3-31	15:06:19	0.3883	29	56.4	122
8	2018-3-31	15:06:24	0.3738	29	56.4	123
9	2018-3-31	15:06:31	0.381	28.9	56.1	115
10	2018-3-31	15:06:36	0.7277	28.9	56.1	116

รูปที่ 4.17 ตัวอย่างผลการแสดงของ Google Sheets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Line

เมื่ออุปกรณ์ TTP ทำงาน และค่าความเสี่ยงอยู่ในระดับอันตราย นั่นคือ มากกว่า 50 % อุปกรณ์ TTP จะส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือที่ Application Line ดังรูปที่ 4.18

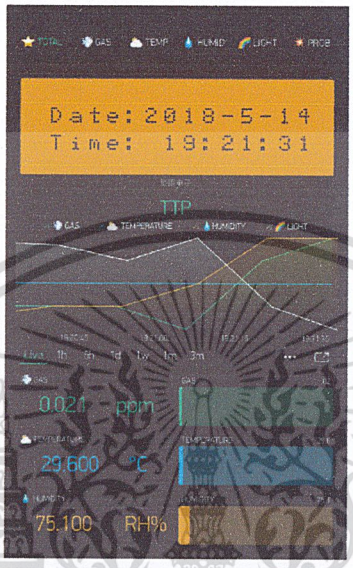


รูปที่ 4.18 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Line

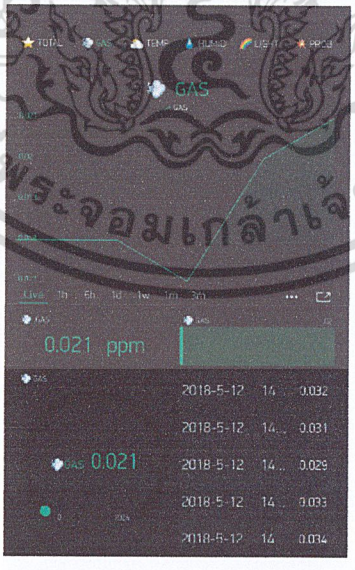
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk

เมื่ออุปกรณ์ TTP ทำงานจะส่งข้อมูลมายัง Application Blynk ดังนี้

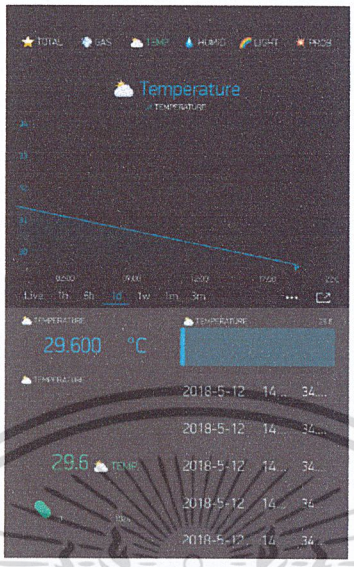


รูปที่ 4.19 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Total (หน้าหลัก)

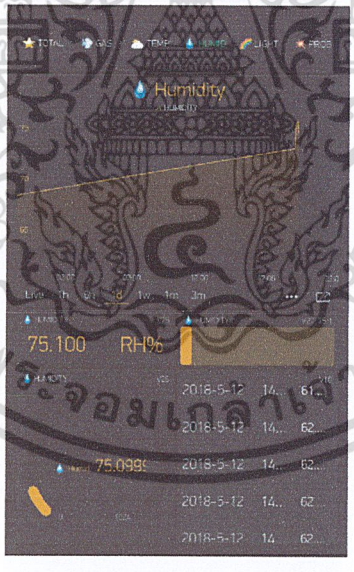


รูปที่ 4.20 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Gas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

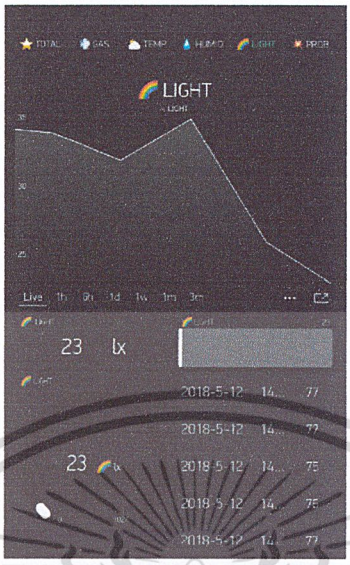


รูปที่ 4.21 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Temperature



รูปที่ 4.22 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Light

รูปที่ 4.24 ตัวอย่างผลการแสดงของ Application Blynk หน้า Probability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของควันธูปที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยวิธีการถดถอยโลจิสติค คณะผู้ศึกษาได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ TTP เพื่อนำมาเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างของ SMOKE, TEMPERATURE, HUMIDITY และ LIGHT จำนวน 488 ชุด ในวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 ณ ศาลเจ้าแม่จันทร์เทวี ซอยเทศบาลบางปู 118 (คลองเสาธง) ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ 10280 และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาสมการถดถอยโลจิสติคที่เหมาะสม ซึ่งจะใช้ในการพยากรณ์ว่าสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นมีโอกาสที่จะอยู่ในระดับอันตรายหรือไม่ ที่ช่วงเวลานั้น ๆ ทำให้ทราบผลว่า ตัวแปรทำนายที่ส่งผลให้สภาพแวดล้อม ณ บริเวณนั้นเกิดอันตรายมากที่สุด คือ SMOKE ส่วนตัวแปรทำนาย TEMPERATURE กับ HUMIDITY ส่งผลระดับปานกลาง และตัวแปรทำนาย LIGHT ส่งผลค่อนข้างน้อย จึงได้สมการถดถอยโลจิสติคที่เหมาะสม คือ $P_i = \frac{e^{(-57.1519+44.8175SMOKE_i+0.6210HUMIDITY_i)}}{1+e^{(-57.1519+44.8175SMOKE_i+0.6210HUMIDITY_i)}}$; $i = 1,2,\ldots,k$ ซึ่งสามารถอธิบายสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นว่ามีโอกาสที่จะอยู่ในระดับอันตรายร้อยละ 89.25 จากการวัดระดับความสัมพันธ์ของ Nagelkerke R Square และเมื่อนำมาทดสอบใช้งานอีกครั้งกับข้อมูลจำนวน 330 ชุด เมื่อวันเสาร์ที่ 12 พฤษภาคม 2561 สามารถอธิบายว่า สภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่ไม่อันตราย มี 322 ชุด สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 100.00 ส่วนสภาพแวดล้อม ณ บริเวณที่จุดธูปนั้นอยู่ในระดับที่อันตรายมี 5 ชุด (พยากรณ์ผิด 3 ชุด) จึงทำให้พยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 62.50 และร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 99.09 อุปกรณ์ TTP สามารถส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ Google Sheets หรือที่ Application Blynk ได้ และถ้าตรวจสอบพบว่าสภาพแวดล้อมบริเวณนั้นอยู่ในระดับอันตรายจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือที่ Application Line

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาปัจจัยของตัวแปรทำนายเพิ่มเติม เช่น ความเร็วลม ทิศทางลม และปัจจัยอื่น ๆ

2. สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับกระถางธูปอัตโนมัติ (ประดิษฐ์เพิ่มเติม) กล่าวคือ เมื่ออุปกรณ์ TTP ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือที่ Application Line แล้ว ให้ส่งสัญญาณไปที่กระถางธูปอัตโนมัติเพื่อเก็บและดับธูปแทนผู้ที่ดูแลศาลเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กองพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ฝ่ายสิ่งแวดล้อมโครงการ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2558). **มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม**.

[2] กัลยา วานิชย์บัญชา. (2551). **การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร จำกัด.

[3] คณะกรรมการพัฒนาระบบบริการที่ตอบสนองต่อปัญหาสุขภาพที่สำคัญ (สาขาโรคมะเร็ง). (2556). **แนวทางพัฒนาระบบบริการสุขภาพ สาขาโรคมะเร็ง**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

[4] นันทิชา โอเจริญชัย. (2560). **ฝุ่นพิษจิ๋ว PM 2.5 ภัยที่มองไม่เห็น**. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2561, จาก http://www.greenpeace.org/seasia/th/news/blog1/pm25/blog/59763/

[5] มณูญ ลีเชวงวงศ์ และสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์. (2551). **วิจัยพบควันธูป 1 ดอก มีสารก่อมะเร็งเท่าบุหรี่ 1 มวน**. ศูนย์สื่อสารวิทยาศาสตร์ไทย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ไทยและเทคโนโลยีแห่งชาติ.

[6] ศิริชัย กาญจนวาสี. (2554). **การวิเคราะห์พหุระดับ MULTI-LEVELANALYSIS**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

[7] สมศักดิ์ ชัยพิพัฒน์ และคณะ. (2545). **ภัยสุขภาพจากกระดาษเงินกระดาษทอง ธูป เทียน และประทัด**. หน้า5-6.

[8] สายชล สินสมบูรณ์ทอง. (2553). **การวิเคราะห์เชิงสถิติ**. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักท์.

[9] สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดสมุทรปราการ. (2561). **กรมอนามัย เตือน 3 สารอันตรายจากควันธูป สูดดมสะสมเสี่ยงมะเร็ง**. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2561, จาก http://thainews.prd.go.th/website_th/news/news_detail/WNPBH6102190010005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[10] สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2536). **สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[11] อุไรวรรณ อมรนิมิต. (2546). "การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Logistic Regression : ทางเลือกของการวิเคราะห์ความเสี่ยง," **วิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.** 23(2) : 21-35.

[12] เอกชัย มะการ. (2552). **เรียนรู้ Arduino เรื่อง เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง BH1750 LUX SENSOR**. กรุงเทพฯ: อีทีที จำกัด.

[13] Batland. **Wemos D1 R1 WiFi ESP8266**. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2561, จาก https://botland.com.pl/plytki-zgodne-z-arduino-pozostale/6953-d1-r1-wifi-esp8266-zgodny-z-wemos-i-arduino.html

[14] I–Esan. **DHT22 Temperature and Humidity Sensor Module**. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2561, จาก https://i-esan.com/shop/arduino/dht22-temperature-and-humidity-sensor- module

[15] Robu.in. **MQ 135 Air Quality Detector Sensor Module For Arduino**. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2561, จาก https://robu.in/product/mq-135-air-quality-detector-sensor-module-arduino/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0761	30.90	76.00	136.00	0
0.0761	30.90	76.00	136.00	0
0.0741	31.00	76.30	136.00	0
0.0741	31.00	76.50	137.00	0
0.0741	31.00	76.70	137.00	0
0.0741	31.00	76.50	137.00	0
0.0741	31.00	76.40	137.00	0
0.0741	31.00	76.40	137.00	0
0.0741	31.00	76.50	137.00	0
0.0741	31.10	76.40	137.00	0
0.0741	31.10	76.20	137.00	0
0.0741	31.10	76.10	137.00	0
0.0741	31.10	75.80	137.00	0
0.0741	31.10	75.80	137.00	0
0.0741	31.10	75.80	137.00	0
0.0741	31.10	75.70	137.00	0
0.0741	31.10	75.50	137.00	0
0.0741	31.10	75.40	137.00	0
0.0761	31.10	75.50	137.00	0
0.0761	31.10	75.60	137.00	0
0.0741	31.10	75.60	137.00	0
0.0741	31.10	75.60	137.00	0
0.0741	31.10	75.60	137.00	0
0.0741	31.10	75.50	137.00	0
0.0741	31.10	75.40	138.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0741	31.10	75.40	137.00	0
0.0741	31.10	75.30	137.00	0
0.0741	31.10	75.30	137.00	0
0.0741	31.10	75.30	137.00	0
0.0741	31.10	75.30	137.00	0
0.0741	31.10	75.40	137.00	0
0.0741	31.10	75.40	137.00	0
0.0741	31.10	75.50	137.00	0
0.0741	31.10	75.60	137.00	0
0.0741	31.10	75.40	137.00	0
0.0721	31.20	75.50	137.00	0
0.0702	31.10	75.40	137.00	0
0.0721	31.10	75.30	137.00	0
0.0741	31.10	75.20	137.00	0
0.0741	31.10	75.10	137.00	0
0.0741	31.20	75.30	137.00	0
0.0721	31.10	75.30	137.00	0
0.0741	31.20	75.50	135.00	0
0.0741	31.20	75.50	135.00	0
0.0721	31.10	75.40	135.00	0
0.0721	31.20	75.50	135.00	0
0.0721	31.20	75.30	135.00	0
0.0702	31.20	75.20	136.00	0
0.0741	31.10	75.30	136.00	0
0.0741	31.20	75.50	136.00	0
0.0721	31.20	75.40	136.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0741	31.20	75.10	135.00	0
0.0721	31.10	74.80	135.00	0
0.0741	31.20	74.90	135.00	0
0.0741	31.20	75.00	135.00	0
0.0741	31.20	75.10	135.00	0
0.0721	31.20	75.00	135.00	0
0.0702	31.20	74.80	135.00	0
0.0702	31.20	74.70	135.00	0
0.0702	31.20	74.70	135.00	0
0.0702	31.10	74.50	135.00	0
0.0741	31.10	74.50	41.00	0
0.0891	31.20	74.60	77.00	0
0.0869	31.20	75.20	120.00	0
0.0869	31.10	75.10	77.00	0
0.0824	31.20	75.30	120.00	0
0.0824	31.20	75.60	120.00	0
0.0803	31.20	75.10	120.00	0
0.0824	31.20	74.80	121.00	0
0.0824	31.20	74.80	122.00	0
0.0824	31.20	74.40	122.00	0
0.0824	31.20	74.40	122.00	0
0.0824	31.20	74.50	121.00	0
0.0824	31.20	74.50	120.00	0
0.0824	31.20	74.70	121.00	0
0.0824	31.20	74.60	121.00	0
0.0824	31.20	74.50	121.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0824	31.20	74.40	122.00	0
0.0824	31.10	74.50	122.00	0
0.0824	31.20	74.60	122.00	0
0.0803	31.10	74.70	86.00	0
0.0803	31.20	74.70	120.00	0
0.0803	31.20	74.70	120.00	0
0.0803	31.20	74.70	120.00	0
0.0824	31.20	74.50	121.00	0
0.0782	31.20	74.70	72.00	0
0.0963	31.10	75.10	22.00	0
0.0782	31.20	75.40	9.00	0
0.0782	31.20	75.30	9.00	0
0.0803	31.20	75.20	119.00	0
0.0782	31.20	74.70	97.00	0
0.0761	31.20	74.40	13.00	0
0.0761	31.20	74.40	6.00	0
0.0741	31.20	74.90	0.00	0
0.0782	31.20	75.20	11.00	0
0.0782	31.20	75.40	15.00	0
0.0782	31.20	75.30	15.00	0
0.0782	31.20	75.10	15.00	0
0.0782	31.30	75.00	15.00	0
0.0782	31.20	74.90	15.00	0
0.0761	31.20	74.70	6.00	0
0.0761	31.20	74.50	13.00	0
0.0782	31.20	74.40	12.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0782	31.20	74.40	5.00	0
0.0782	31.20	74.30	12.00	0
0.0782	31.20	74.20	11.00	0
0.0761	31.20	74.30	7.00	0
0.0761	31.20	74.20	7.00	0
0.0761	31.20	74.20	6.00	0
0.0869	31.20	74.30	6.00	0
0.0824	31.20	74.70	5.00	0
0.0963	31.20	75.20	0.00	0
0.0938	31.20	76.10	7.00	0
0.0869	31.20	75.80	6.00	0
0.0891	31.20	75.20	7.00	0
0.0891	31.20	74.80	8.00	0
0.0869	31.20	74.60	15.00	0
0.0869	31.20	74.40	8.00	0
0.0869	31.20	74.40	14.00	0
0.0869	31.30	74.50	15.00	0
0.0869	31.30	74.50	15.00	0
0.0869	31.30	74.50	16.00	0
0.0869	31.30	74.50	16.00	0
0.0869	31.30	74.50	16.00	0
0.0987	31.20	74.30	16.00	0
0.0963	31.20	74.30	16.00	0
0.0938	31.20	74.30	16.00	0
0.0938	31.20	74.40	16.00	0
0.0891	31.20	74.40	16.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0891	31.20	74.40	16.00	0
0.0869	31.20	74.40	16.00	0
0.0869	31.20	74.40	16.00	0
0.0869	31.20	74.40	16.00	0
0.0846	31.20	74.40	15.00	0
0.0846	31.20	74.40	14.00	0
0.0824	31.20	74.40	14.00	0
0.0824	31.20	74.40	22.00	0
0.0824	31.20	74.40	25.00	0
0.0824	31.20	74.40	24.00	0
0.0824	31.20	74.40	23.00	0
0.0824	31.20	74.40	25.00	0
0.0824	31.20	74.50	19.00	0
0.0824	31.20	74.70	13.00	0
0.0824	31.20	74.70	12.00	0
0.0824	31.20	74.60	12.00	0
0.0803	31.10	74.60	15.00	0
0.0803	31.20	74.70	15.00	0
0.0803	31.20	74.40	12.00	0
0.1012	31.20	74.50	15.00	0
0.1012	31.20	74.40	15.00	0
0.0987	31.20	74.60	44.00	0
0.0963	31.20	74.70	43.00	0
0.0938	31.20	74.80	44.00	0
0.0891	31.20	75.00	44.00	0
0.0891	31.10	75.30	5.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0891	31.20	75.50	15.00	0
0.0891	31.20	75.30	15.00	0
0.1324	31.10	75.10	17.00	0
0.1203	31.20	75.20	16.00	0
0.1064	31.20	75.00	17.00	0
0.1038	31.20	74.80	17.00	0
0.0987	31.10	74.70	15.00	0
0.0963	31.20	74.60	16.00	0
0.0938	31.20	74.40	16.00	0
0.0938	31.10	74.40	18.00	0
0.0891	31.10	74.40	17.00	0
0.0891	31.10	74.50	16.00	0
0.0891	31.10	74.60	16.00	0
0.0869	31.10	74.60	16.00	0
0.0869	31.10	74.50	15.00	0
0.0846	31.10	74.40	16.00	0
0.0869	31.10	74.40	18.00	0
0.0846	31.10	74.60	17.00	0
0.0846	31.10	74.70	17.00	0
0.1038	31.10	75.10	15.00	0
0.1324	31.10	75.10	18.00	0
0.1203	31.10	75.10	39.00	0
0.1091	31.10	75.00	28.00	0
0.1064	31.10	75.10	28.00	0
0.1863	31.10	75.20	29.00	1
0.6566	31.10	75.30	19.00	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.3810	31.10	75.30	19.00	1
0.2564	31.10	75.30	19.00	1
0.1989	31.10	75.40	23.00	1
0.1744	31.10	75.20	15.00	0
0.1522	31.10	75.00	16.00	0
0.1355	31.10	74.90	16.00	0
0.1262	31.10	74.90	19.00	0
0.1232	31.10	74.80	19.00	0
0.1203	31.10	74.90	18.00	0
0.1174	31.10	74.80	17.00	0
0.1091	31.10	74.70	20.00	0
0.1118	31.10	74.60	22.00	0
0.1146	31.10	74.70	20.00	0
0.1454	31.10	74.90	19.00	0
0.1783	31.00	74.80	19.00	1
0.2564	31.10	75.00	19.00	1
0.3597	31.10	75.10	16.00	1
0.7528	31.10	75.30	17.00	1
0.4595	31.10	75.30	18.00	1
0.4428	31.10	75.40	18.00	1
0.3015	31.10	75.40	16.00	1
0.2726	31.10	75.60	16.00	1
0.3263	31.10	75.30	18.00	1
0.3075	31.10	75.20	16.00	1
0.2310	31.10	75.20	16.00	1
0.2564	31.10	75.00	27.00	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.2839	31.20	75.20	51.00	1
0.2310	31.20	75.10	23.00	1
0.2839	31.20	75.20	55.00	1
0.2359	31.20	75.20	17.00	1
0.2215	31.20	75.30	16.00	0
0.2310	31.20	75.40	16.00	1
0.4428	31.20	75.40	16.00	1
0.3137	31.20	75.40	16.00	1
0.3263	31.20	75.30	16.00	1
0.4428	31.20	75.30	21.00	1
0.2955	31.20	75.30	16.00	1
0.3667	31.20	75.30	12.00	1
0.4033	31.30	75.20	18.00	1
0.2726	31.30	75.20	17.00	1
0.2168	31.30	75.20	18.00	0
0.1823	31.30	74.50	17.00	0
0.1667	31.20	74.40	108.00	0
0.1593	31.30	74.50	79.00	0
0.1454	31.30	74.50	110.00	0
0.1324	31.30	74.50	59.00	0
0.1593	31.30	74.50	75.00	0
0.1454	31.20	74.40	26.00	0
0.1454	31.30	74.50	68.00	0
0.1355	31.30	74.50	19.00	0
0.1324	31.30	74.60	17.00	0
0.1293	31.30	74.70	16.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.1355	31.30	74.60	16.00	0
0.1387	31.30	74.60	16.00	0
0.1355	31.30	74.60	16.00	0
0.1355	31.30	74.60	16.00	0
0.1324	31.30	74.60	11.00	0
0.8750	31.30	74.70	8.00	1
1.0299	31.30	74.60	10.00	1
0.9972	31.30	74.60	8.00	1
1.9629	31.30	74.90	10.00	1
1.2654	31.30	74.90	10.00	1
0.7402	31.40	74.60	9.00	1
0.4680	31.40	74.60	18.00	1
0.2839	31.40	74.80	25.00	0
0.3137	31.40	74.80	20.00	1
0.2359	31.40	74.30	19.00	0
0.2168	31.40	74.00	17.00	0
0.2215	31.40	74.30	17.00	0
0.2359	31.40	74.40	25.00	0
0.2033	31.40	74.40	30.00	0
0.1989	31.40	74.10	27.00	0
0.1863	31.50	74.10	28.00	0
0.1863	31.50	74.10	25.00	0
0.1667	31.50	74.10	25.00	0
0.1783	31.40	74.00	25.00	0
0.1783	31.40	74.10	25.00	0
0.1630	31.50	74.10	25.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.1905	31.50	74.00	25.00	0
0.1905	31.50	74.00	27.00	0
0.1593	31.40	74.00	26.00	0
0.1454	31.50	74.00	21.00	0
0.1355	31.40	73.80	17.00	0
0.1420	31.40	73.80	12.00	0
0.3460	31.40	73.90	20.00	1
0.2511	31.40	73.90	23.00	0
0.2215	31.50	74.20	19.00	0
0.1947	31.50	74.10	22.00	0
0.1823	31.50	74.10	29.00	0
0.1667	31.40	74.00	29.00	0
0.1630	31.50	74.00	29.00	0
0.1667	31.40	74.00	29.00	0
0.1905	31.50	74.30	29.00	0
0.2077	31.50	74.50	29.00	0
0.1744	31.50	74.20	29.00	0
0.1630	31.50	74.10	29.00	0
0.1488	31.50	74.10	29.00	0
0.1420	31.40	74.10	29.00	0
0.1420	31.50	74.20	29.00	0
0.1454	31.50	74.40	29.00	0
0.1558	31.50	74.20	29.00	0
0.1667	31.50	74.10	29.00	0
0.1630	31.50	74.10	29.00	0
0.1558	31.40	74.10	29.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.1630	31.50	74.20	29.00	0
0.1593	31.40	74.30	29.00	0
0.1558	31.50	74.20	29.00	0
0.1454	31.40	74.30	29.00	0
0.1488	31.40	74.30	29.00	0
0.1454	31.40	74.30	22.00	0
0.1522	31.40	74.20	74.00	0
0.1630	31.40	74.10	16.00	0
0.2726	31.40	74.00	16.00	1
0.3883	31.40	74.00	11.00	1
0.3137	31.50	74.10	11.00	0
0.2215	31.50	74.10	11.00	0
0.2122	31.50	74.20	18.00	0
0.1630	31.50	73.70	17.00	0
0.1905	31.50	73.70	9.00	0
0.1667	31.50	73.90	17.00	0
0.1454	31.50	73.90	28.00	0
0.1488	31.50	73.90	28.00	0
0.1420	31.50	73.90	28.00	0
0.1355	31.50	74.00	15.00	0
0.1293	31.50	74.00	28.00	0
0.1174	31.50	74.10	28.00	0
0.1091	31.50	74.00	5.00	0
0.1038	31.50	74.20	10.00	0
0.0987	31.50	74.60	20.00	0
0.0987	31.50	75.00	22.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.2122	31.50	74.60	23.00	0
0.8325	31.70	74.80	23.00	1
0.3597	31.70	74.80	23.00	1
0.2310	31.70	74.80	23.00	1
0.1823	31.90	75.10	23.00	1
0.1744	32.00	75.40	23.00	0
0.2168	32.10	75.20	25.00	0
0.1593	32.20	74.70	24.00	0
0.1454	32.30	74.90	25.00	0
0.1324	32.40	74.50	25.00	0
0.1203	32.40	73.90	25.00	0
0.1091	32.60	73.50	25.00	0
0.1203	32.60	73.10	25.00	0
0.1091	32.70	73.10	25.00	0
0.1038	32.80	73.50	25.00	0
0.1012	32.90	73.60	25.00	0
0.0987	32.90	73.30	25.00	0
0.0963	33.00	73.00	25.00	0
0.0938	33.10	73.80	25.00	0
0.0915	33.10	73.50	25.00	0
0.0869	33.20	72.80	25.00	0
0.0869	33.30	72.90	25.00	0
0.0846	33.30	72.20	25.00	0
0.0869	33.40	73.20	25.00	0
0.0869	33.40	72.90	25.00	0
0.0869	33.50	72.50	25.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0824	33.50	71.90	25.00	0
0.0824	33.60	71.80	25.00	0
0.0869	33.60	71.80	25.00	0
0.0869	33.70	71.30	24.00	0
0.0824	33.70	70.70	8.00	0
0.1038	33.80	70.30	17.00	0
0.1091	33.80	69.50	16.00	0
0.3075	33.70	68.20	19.00	1
3.0170	33.60	67.90	17.00	1
0.8325	33.60	68.40	17.00	1
0.5410	33.60	68.40	15.00	1
0.3738	33.60	69.00	16.00	1
0.3015	33.60	69.00	16.00	0
1.0465	33.70	68.90	15.00	1
0.5034	33.70	68.90	25.00	1
2.3038	33.70	68.90	25.00	1
0.6342	33.70	68.90	26.00	1
0.2896	33.60	68.50	26.00	1
0.2215	33.60	68.50	26.00	0
0.1783	33.60	67.90	26.00	0
0.1593	33.50	67.50	26.00	0
0.1454	33.50	67.40	26.00	0
0.1174	33.40	67.10	26.00	0
0.1118	33.40	67.50	26.00	0
0.1091	33.30	67.40	26.00	0
0.1064	33.30	67.50	26.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.1038	33.30	67.60	26.00	0
0.1038	33.20	67.40	26.00	0
0.0987	33.20	67.60	26.00	0
0.0987	33.10	67.60	26.00	0
0.0963	33.10	67.80	26.00	0
0.0938	33.10	67.80	26.00	0
0.0891	33.10	67.80	26.00	0
0.0891	33.00	67.90	26.00	0
0.0869	33.00	68.00	26.00	0
0.0846	32.90	67.90	26.00	0
0.0824	32.90	67.90	26.00	0
0.0824	32.80	68.00	26.00	0
0.0824	32.80	68.10	26.00	0
0.0824	32.80	68.40	26.00	0
0.0824	32.70	68.50	26.00	0
0.0824	32.70	68.80	26.00	0
0.0824	32.60	68.70	26.00	0
0.0803	32.60	68.90	26.00	0
0.0803	32.60	68.90	26.00	0
0.0803	32.60	68.90	26.00	0
0.0803	32.60	68.90	26.00	0
0.0803	32.50	68.80	26.00	0
0.0803	32.50	68.80	26.00	0
0.0803	32.50	69.20	26.00	0
0.0803	32.40	69.30	26.00	0
0.0803	32.40	69.40	26.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0803	32.40	69.60	26.00	0
0.0803	32.40	69.80	26.00	0
0.0803	32.30	69.70	26.00	0
0.0782	32.40	70.10	26.00	0
0.0782	32.30	70.00	26.00	0
0.0782	32.30	70.00	26.00	0
0.0782	32.30	70.10	26.00	0
0.0782	32.20	70.10	25.00	0
0.0782	32.20	70.10	25.00	0
0.1293	32.20	70.20	15.00	0
0.3738	32.20	70.40	12.00	1
0.5607	32.20	70.40	11.00	1
0.9344	32.20	70.50	10.00	1
1.7962	32.20	70.50	11.00	1
1.5693	32.20	70.90	7.00	1
1.7697	32.20	70.90	10.00	1
1.9629	32.20	71.10	10.00	1
1.2654	32.20	71.10	7.00	1
1.5932	32.30	70.90	6.00	1
1.6669	32.30	70.90	7.00	1
2.2382	32.50	71.20	8.00	1
1.6669	32.50	71.20	9.00	1
1.8504	32.70	70.50	7.00	1
1.0635	32.70	70.50	15.00	1
0.4680	32.80	70.20	16.00	1
0.4944	32.80	70.20	8.00	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
1.4994	32.80	70.00	8.00	1
0.5126	32.80	70.30	30.00	1
0.3137	32.80	70.30	29.00	0
0.0761	32.80	70.50	35.00	0
0.0514	32.60	73.00	139.00	0
0.1522	32.50	76.70	102.00	0
0.2409	32.50	74.50	106.00	0
0.2511	32.50	72.40	105.00	0
0.2262	32.50	71.40	103.00	0
0.1947	32.50	70.90	103.00	0
0.1705	32.40	70.70	104.00	0
0.1558	32.40	70.50	104.00	0
0.1355	32.40	70.40	101.00	0
0.1293	32.40	70.40	105.00	0
0.1232	32.30	70.90	105.00	0
0.1174	32.30	70.60	105.00	0
0.1091	32.30	70.60	101.00	0
0.1038	32.20	70.50	103.00	0
0.0987	32.10	70.70	107.00	0
0.0987	32.00	70.80	111.00	0
0.0963	32.00	71.00	107.00	0
0.0938	32.00	71.10	107.00	0
0.0963	31.90	71.10	75.00	0
0.0869	31.90	71.30	111.00	0
0.0824	31.90	73.40	95.00	0
0.0869	31.90	72.80	110.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0891	31.90	72.90	109.00	0
0.0891	31.90	72.30	120.00	0
0.0869	31.80	72.10	132.00	0
0.0869	31.80	72.00	103.00	0
0.0824	31.80	72.00	140.00	0
0.0824	31.80	72.10	133.00	0
0.0803	31.80	72.10	131.00	0
0.0782	31.80	72.30	136.00	0
0.0782	31.70	72.30	134.00	0
0.0761	31.70	72.30	133.00	0
0.0782	31.70	72.60	133.00	0
0.0761	31.60	72.50	133.00	0
0.0761	31.60	72.50	141.00	0
0.0761	31.60	72.70	133.00	0
0.0761	31.60	72.80	132.00	0
0.0741	31.50	72.80	132.00	0
0.0761	31.50	72.90	132.00	0
0.0741	31.50	72.90	132.00	0
0.0761	31.50	73.00	132.00	0
0.0741	31.50	73.20	132.00	0
0.0761	31.50	73.20	135.00	0
0.0741	31.50	73.30	132.00	0
0.0741	31.40	73.30	132.00	0
0.0702	31.40	73.50	138.00	0
0.0741	31.30	73.60	138.00	0
0.0741	31.30	73.70	132.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อวันศุกร์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561 จำนวน 488 ชุด (ต่อ)

SMOKE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	Yi
0.0741	31.30	73.80	102.00	0
0.0741	31.30	74.00	106.00	0
0.0683	31.30	74.20	108.00	0
0.0594	31.30	74.50	110.00	0
0.0594	31.20	74.40	110.00	0
0.0683	31.20	74.50	110.00	0
0.0702	31.20	74.60	110.00	0
0.0702	31.20	74.60	110.00	0
0.0702	31.20	74.70	110.00	0
0.0683	31.30	74.60	106.00	0
0.0577	31.20	74.60	110.00	0
0.0683	31.20	75.60	110.00	0
0.0721	31.20	75.30	71.00	0
0.0741	31.20	75.40	60.00	0
0.0470	31.20	75.60	57.00	0
0.0545	31.20	76.90	99.00	0
0.0484	31.20	77.40	108.00	0
0.0683	31.20	77.70	108.00	0
0.0782	31.20	76.40	108.00	0
0.0803	31.20	76.00	108.00	0
0.0824	31.20	75.50	109.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้