บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อพัฒนาชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน และประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน โดยมีรายละเอียดการศึกษาทดลองดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบต้นแบบชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.3 การวิเคราะห์สารละลายธาตุอาหาร

3.1 การออกแบบต้นแบบชุดเพาะปลูกแบบประหยัดพลังงาน

ชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน ออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ที่ต้องการปลูกผักในพื้นที่จำกัดและยังเหมาะสมสำหรับผู้ที่ไม่มีเวลาในการดูแลผัก เนื่องจากชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงานมีการออกแบบให้มีการเปิด-ปิดด้วยระบบ WiFi อีกทั้งยังมีการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน

3.1.1 ต้นแบบชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน

ชุดเพาะปลูกน้ำแบบประหยัดพลังงาน มี 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินระบบ ดังภาพ 3.1 ประกอบด้วย

3.1.1.1 ช่องปลูกผักไฮโดรโพนิกส์

3.1.1.2 ท่อส่งปุ๋ยน้ำ

3.1.1.3 ท่อระบายปุ๋ยลงสู่ถัง

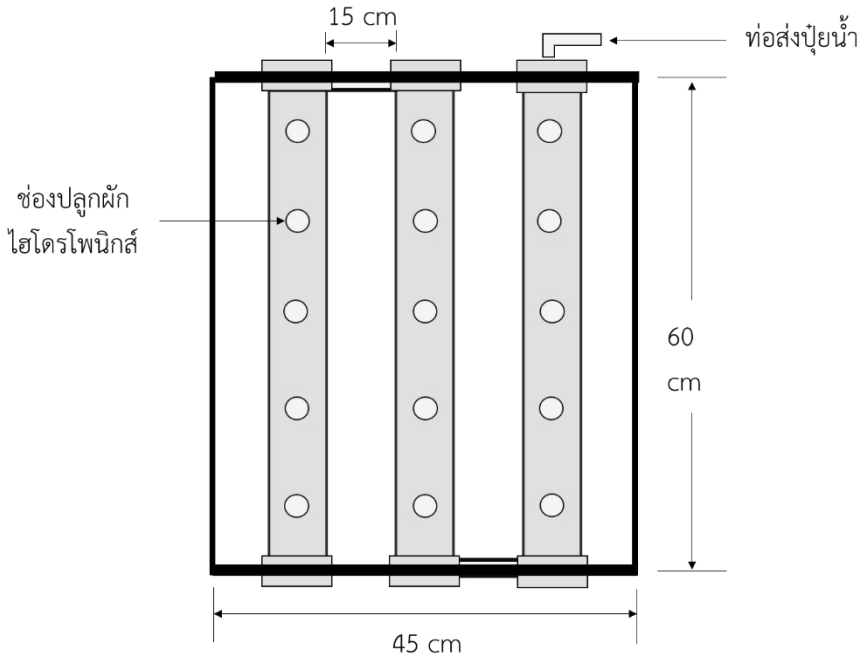
3.1.1.4 ถังน้ำหรือปุ๋ยน้ำ

3.1.1.5 ปั๊มน้ำ

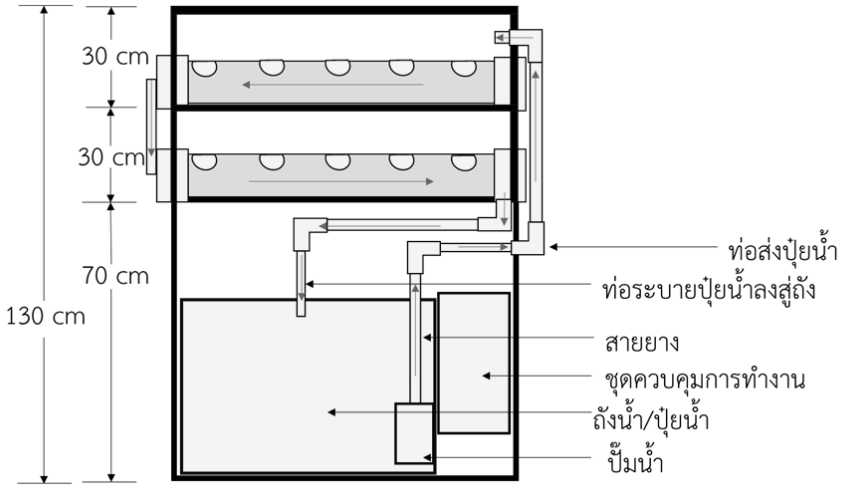
3.1.1.6 สายยาง

3.1.1.7 ชุดการสั่งการ

ชุดการทดลองที่ 3 และ 4 มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานในการเดินระบบ ดังภาพ 3.2 ประกอบด้วยอุปกรณ์เหมือนชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ต่างกันที่มีการติดตั้งหลอดไฟ LED และแผงโซลาร์เซลล์

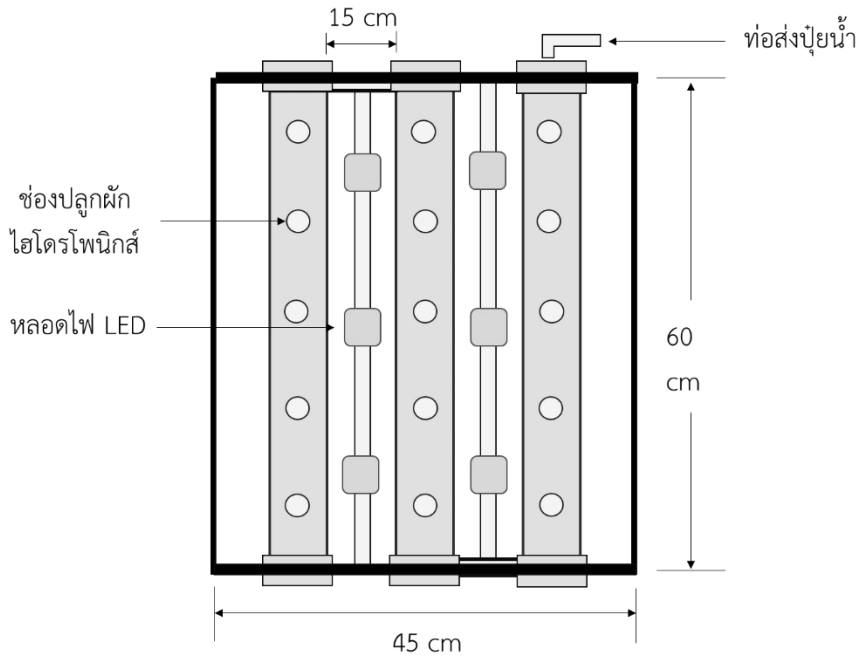


(ก) ด้านบนของชุดการทดลองที่ 1 และ 2

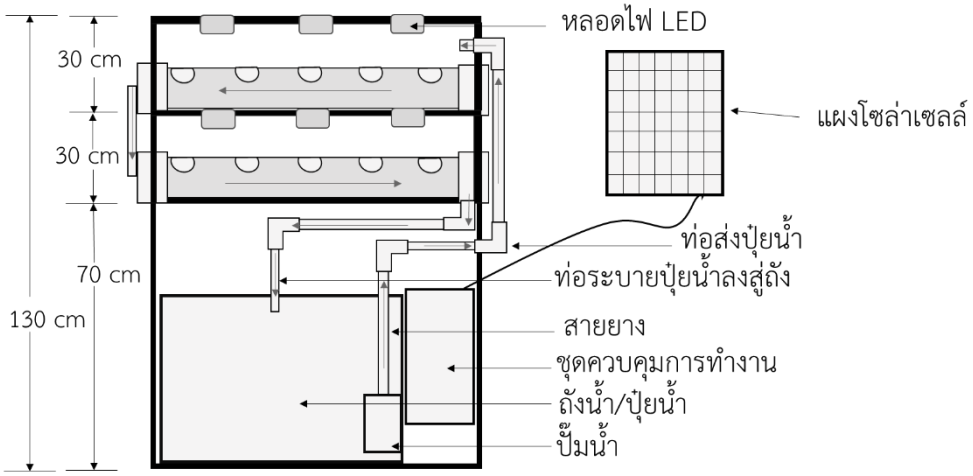


(ข) ด้านข้างของชุดการทดลองที่ 1 และ 2

ภาพ 3.1 แบบจำลองชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงานชุดการทดลองที่ 1 และ 2



(ก) ด้านบนของชุดการทดลองที่ 3 และ 4



(ข) ด้านข้างของชุดการทดลองที่ 3 และ 4

ภาพ 3.2 แบบจำลองชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงานชุดการทดลองที่ 3 และ 4

3.1.2 ชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน

มีวัสดุและอุปกรณ์สำหรับโครงสร้างชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน แสดงดังตาราง 3.1 และวัสดุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ดังตาราง 3.2

ตาราง 3.1 วัสดุอุปกรณ์สำหรับโครงสร้างชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน

วัสดุ/อุปกรณ์	ขนาด	ความยาว (เซนติเมตร)	จำนวน
ท่อ PVC	1/2 นิ้ว	6.5	2 ชิ้น
		25	4 ชิ้น
	3/4 นิ้ว	30	6 ชิ้น
		50	6 ชิ้น
		75	4 ชิ้น
	2.5 นิ้ว	60	6 ชิ้น
ข้องอ	1/2 นิ้ว	-	6 ตัว
	3/4 นิ้ว	-	1 ตัว
	2.5 นิ้ว	-	6 ตัว
ข้องอสามทางฉาก	3/4 นิ้ว	-	8 ตัว
ข้องอสี่ทางฉาก	3/4 นิ้ว	-	8 ตัว
ข้องอสี่ทางบวก	1/2 นิ้ว	-	1 ตัว
ฝาปิดท่อ	1/2 นิ้ว	-	1 ตัว
	3/4 นิ้ว	-	1 ตัว
	2.5 นิ้ว	-	6 ตัว
สายยาง	7 มิลลิเมตร	150	1 เส้น
ถังน้ำ	50 ลิตร	-	1 ถัง

ตาราง 3.2 วัสดุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

วัสดุ/อุปกรณ์	ขนาด	จำนวน
โซลาร์เซลล์	50 วัตต์	1 แผง
แบตเตอรี่	12 โวลต์ / 12 Ah	1 ก้อน
อาดุยโน่	-	1 ชิ้น
โซลาร์ชาร์จเจอร์	10 แอมป์	1 ชิ้น
หลอดไฟ LED	3 วัตต์	12 หลอด
ปั๊มน้ำ	4.2 วัตต์	1 ตัว

3.1.3 การคำนวณค่าไฟฟ้าที่ต้องใช้ในระบบ

การคำนวณปริมาณไฟฟ้า จะทำให้ทราบถึงปริมาณไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการเดินระบบภายใน 1 วัน เพื่อใช้ในการเลือกซื้อขนาดของแผงโซลาร์เซลล์และความจุของแบตเตอรี่ โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

3.1.3.1 วิธีการคำนวณระบบโซลาร์เซลล์

จำนวนกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ LED = 3
จำนวนของหลอดไฟ LED ที่ใช้ = 12
จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน = 18
จำนวนกำลังไฟฟ้าของปั๊มน้ำ = 4.2
จำนวนปั๊มน้ำที่ใช้ = 1
จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน = 24

$$\text{ขนาดของแผง} = \frac{\text{ค่าการใช้พลังงานรวมทั้งหมด}}{\text{ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้ใน 1 วัน)}} \quad (3.1)$$

$$= \frac{[(\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนที่ใช้}) \times \text{ชั่วโมง}] + (\text{จำนวนวัตต์} \times \text{ชั่วโมง})}{\text{ชั่วโมง}} \quad (3.2)$$

$$= \frac{[(3 \times 12) \times 24)] + (4.2 \times 24)}{5}$$

$$= \frac{748.8}{5}$$

$$= 149.76 \text{ โวลต์}$$

3.1.3.2 วิธีการคำนวณขนาดกระแสไฟฟ้าต่อชั่วโมงของแบตเตอรี่

จำนวนกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ LED = 3

จำนวนของหลอดไฟ LED ที่ใช้ = 12

จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน = 18

จำนวนกำลังไฟฟ้าของปั๊มน้ำ = 4.2

จำนวนปั๊มน้ำที่ใช้ = 24

จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน = 12

$$\text{ขนาดของแบตเตอรี่} = \frac{\text{ค่าพลังงานรวม}}{[\text{แรงดันไฟฟ้า} \times 0.6\ (\text{เปอร์เซ็นต์ไฟฟ้า} \times 0.85]} \quad (3.3)$$

$$= \frac{[(\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนที่ใช้}) \times \text{ชั่วโมง}] + (\text{จำนวนวัตต์} \times \text{ชั่วโมง})}{[12\ \text{โวลต์} \times 0.6 \times 0.85]} \quad (3.4)$$

$$= \frac{[(3 \times 12 \times 18)]+(4.2 \times 24)}{[12\ \text{โวลต์} \times 0.6 \times 0.85]}$$

$$= \frac{50.4}{6.12}$$

$$= 8.23\ \text{แอมแปร์}$$

3.1.3.3 เครื่องควบคุมกระแสไฟฟ้า

ควรมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจากแผงโซลาร์เซลล์สู่แบตเตอรี่ โดยแผงโซลาร์เซลล์ที่มีใช้ขนาด 3.27 แอมแปร์ ดังนั้นจึงควรใช้เครื่องควบคุมกระแสไฟฟ้าขนาด 10 แอมแปร์

3.1.3.4 วิธีการคำนวณอัตราการใช้ไฟฟ้าในระบบ

การคำนวณอัตราการใช้ไฟฟ้าในระบบ เป็นการคำนวณหาปริมาณไฟฟ้าที่เราต้องใช้ไปใน 1 เดือน เพื่อใช้ในการคำนวณค่าไฟในแต่ละเดือน

$$\text{จำนวนหน่วยต่อวัน (ยูนิต)} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า (วัตต์)} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า}}{1{,}000 \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ใน 1 วัน}}$$

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 การประกอบชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน

ตัดท่อ PVC ขนาด 1/2 นิ้ว และท่อ PVC ขนาด 3/4 นิ้ว เพื่อประกอบเป็นโครงสร้างของชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน ดังภาพ 3.3

ภาพ 3.3 โครงสร้างชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน

ตัดท่อ PVC ขนาด 2.5 นิ้ว และทำการเจาะรูที่ท่อ PVC จำนวน 5 ช่อง เพื่อทำแปลงปลูกผัก จากนั้นติดตั้งล้อเลื่อนที่ฐานทั้ง 4 ด้าน แผงโซลาร์เซลล์ ชุดอุปกรณ์สั่งการการทำงานปั๊มน้ำต่อสายยางเข้ากับชุดเพาะปลูกในน้ำ และติดตั้งหลอดไฟ LED เพื่อใช้สำหรับการให้แสงแก่พืช

3.2.2 การติดตั้งและเขียนโค้ดด้วยโปรแกรม Arduino IDE

3.2.2.1 ติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

3.2.2.2 ติดตั้ง USB Driver "CH340G drivers

3.2.2.3 เพิ่ม Additional Board Manager URLs ที่รองรับ ESP8266 ใน Arduino IDE Preference

3.2.2.4 เพิ่ม Board ESP8266 ด้วย Board Manager โดยไปที่เมนู Tool -> Board Manager และพิมพ์ค้นหา "esp8266 of ESP8266 Community"

3.2.2.5 ทดสอบบอร์ดด้วยโปรแกรม โดยเลือก Tool -> board ->Wemos D1 R1 และเลือก Port ที่ถูกต้อง

3.2.2.6 เลือกโปรแกรม Example -> Blink เพื่อทำการทดสอบบอร์ด จากนั้นทำการอัพโหลดโปรแกรม เมื่ออัพโหลดเสร็จจะเห็นบอร์ดมีไฟกระพริบ

3.2.2.7 ทดสอบ WiFi เพื่อต่อเชื่อมต่อ WiFi และทำตัวเป็น Webserver โดยไปที่ Example ->WiFi Webserver

3.2.2.8 เขียนโค้ดคำสั่งลงในบอร์ดอาดุยโน่

รายละเอียดชุดคำสั่งแบ่งออกเป็นแต่ละส่วน 3 ส่วน ดังนี้

1) ทำการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน Blynk เพื่อใช้ในการสั่งการการทำงานของระบบการสั่งการ โดยกำหนดค่าพอร์ตที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลลงบอร์ดอาดุยโน่ ใส่รหัส Token จากแอปพลิเคชัน เลือกสัญญาณ WiFi ที่ต้องการเชื่อมต่อและใส่รหัสผ่าน

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char auth[] = "cdCE7I4CuBR29GBI26MKsDNP2Jl1wMwA"; // กำหนด Token
char ssid[] = "HUAWEI nova 3i";  // wifi ที่จะเชื่อมต่อ
char pass[] = "knt260712"; //รหัส wifi
void setup () {
Serial.begin(115200);  //เริ่มการเชื่อมต่อ Blynk Server
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
}
void loop() {

Blynk.run();
}
```

ภาพ 3.4 โค้ดคำสั่งการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน Blynk

2) กำหนดค่าความเข้มแสงที่ตรวจวัดได้ หากค่าความเข้มแสงน้อยกว่า 2,000 lux ระบบจะสั่งการให้เปิดหลอดไฟ LED และหากค่าความเข้มแสงมากกว่า 2,000 lux ระบบจะสั่งการให้ปิดหลอดไฟ LED

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <time.h>
char ssid[] = "HUAWEI nova 3i";  // wifi ที่จะเชื่อมต่อ
char pass[] = "knt260712"; //รหัส wifi

int timezone = 7 * 3600;         //TimeZone
int dst = 0;                     //Date Swing Time

 void setup() {
 Serial.begin(115200); // Setup Serial
 WiFi.disconnect();
   WiFi.mode(WIFI_STA);
   if (WiFi.begin( ssid, pass)) {
     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
       delay(1000);
       Serial.print(".");
     }
     Serial.println("WiFi connected");
     Serial.println("IP address: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
             configTime(timezone, dst, "pool.ntp.org", "time.nist.gov");
             Serial.println("\nWaiting for time");
   while (!time(nullptr)) {
             Serial.print(".");
            delay(1000);
    }
```

ภาพ 3.5 โค้ดเชื่อมต่อแม่ข่ายเวลา

```
void loop() {
configTime(timezone, dst, "pool.ntp.org", "time.nist.gov"); //ดึงเวลาปัจจุบันจาก
Server
time_t now = time(nullptr);
struct tm* p_tm = localtime(&now);
Serial.print(p_tm->tm_year + 1900);
Serial.print(':');
Serial.print(p_tm->tm_mon + 1);
Serial.print(':');
Serial.print(p_tm->tm_mday);
Serial.print(':');
Serial.print(p_tm->tm_hour);
Serial.print(':');
Serial.print(p_tm->tm_min);
Serial.print(':');
Serial.println(p_tm->tm_sec);
delay(1000);
}
```

ภาพ 3.6 โค้ดเชื่อมต่อแม่ข่ายเวลา

3) ทำการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์เพื่อดึงเวลามาใช้ในการตั้งเวลาเปิด – ปิด การทำงานของชุดการสั่งการ

```
#include <BH1750FVI.h>
BH1750FVI lightMeter(BH1750FVI::k_DevModeContLowRes);

void setup()  {

Serial.begin(115200); // Setup Serial
lightMeter.begin();
  Serial.println(F("BH1750FVI Test"));

 }

void loop()  {

uint16_t lux = lightMeter.GetLightIntensity();
  Serial.print("Light: ");
  Serial.print(lux);
  Serial.println(" lx");
  delay(1000);
  Blynk.virtualWrite(V5, lux); // Display value to V5

 boolean openLED = false;
    openLED = setRelay1((int)lux);
 if(openLED){
    digitalWrite(relay1, HIGH);
 }else{
   digitalWrite(relay1, LOW);
 }
  delay(1000); // Working every 1 seconds
```

ภาพ 3.7 โค้ดคำสั่งการทำงานของเซนเซอร์

```
}
boolean setRelay1(int rightSensor){
 int result = false;
 if(rightSensor >= 2000){
    result = true;
 }
  else{
     result = false;
  }
```

ภาพ 3.8 โค้ดคำสั่งการทำงานของเซนเซอร์

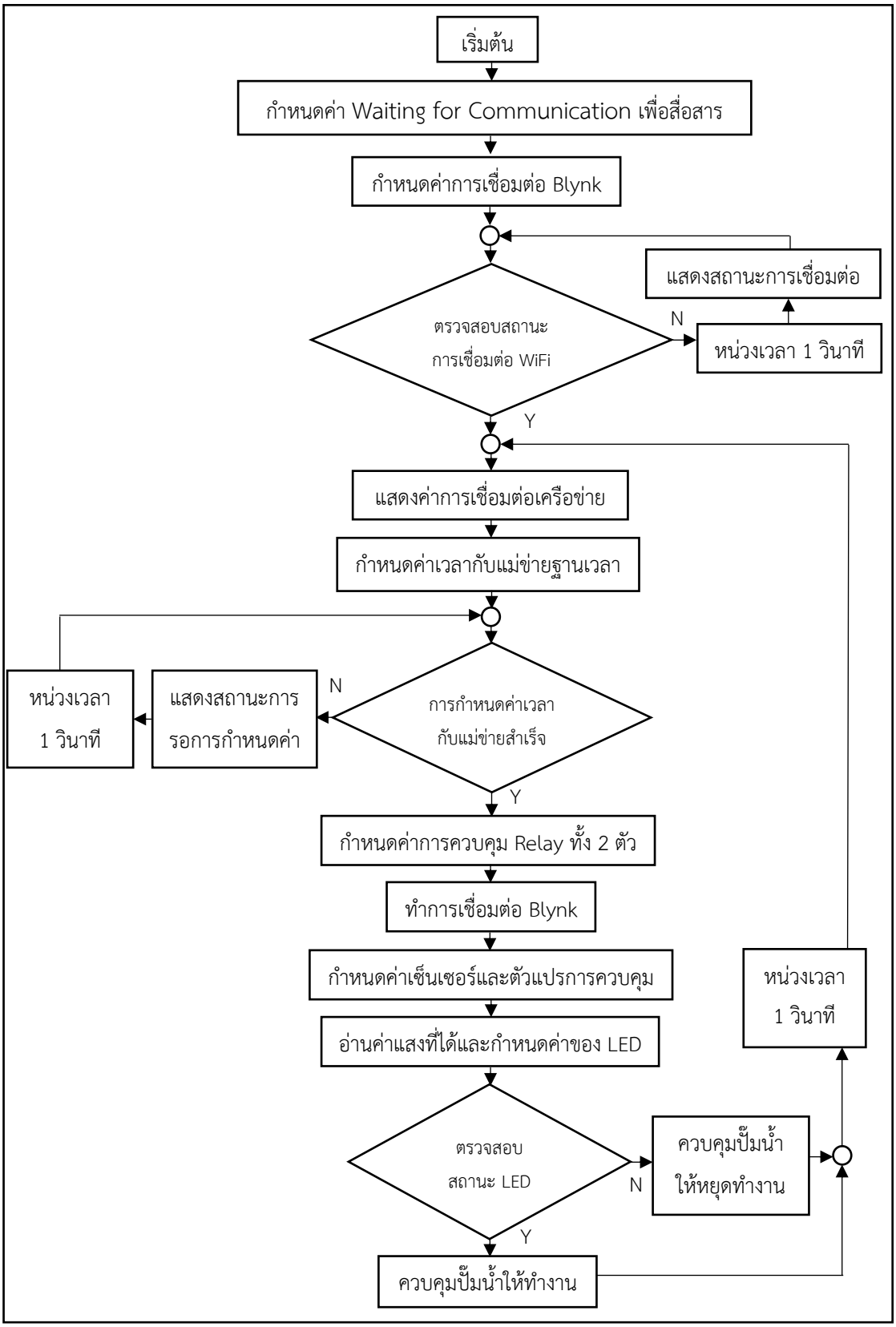
3.2.2.9 เขียนโค้ดการวัดค่าความเข้มแสงด้วยเซนเซอร์ให้แก่บอร์ด

3.2.2.10 เขียนโค้ดคำสั่งเพื่อเชื่อมต่อกับแอพพลิเคชั่น Blynk

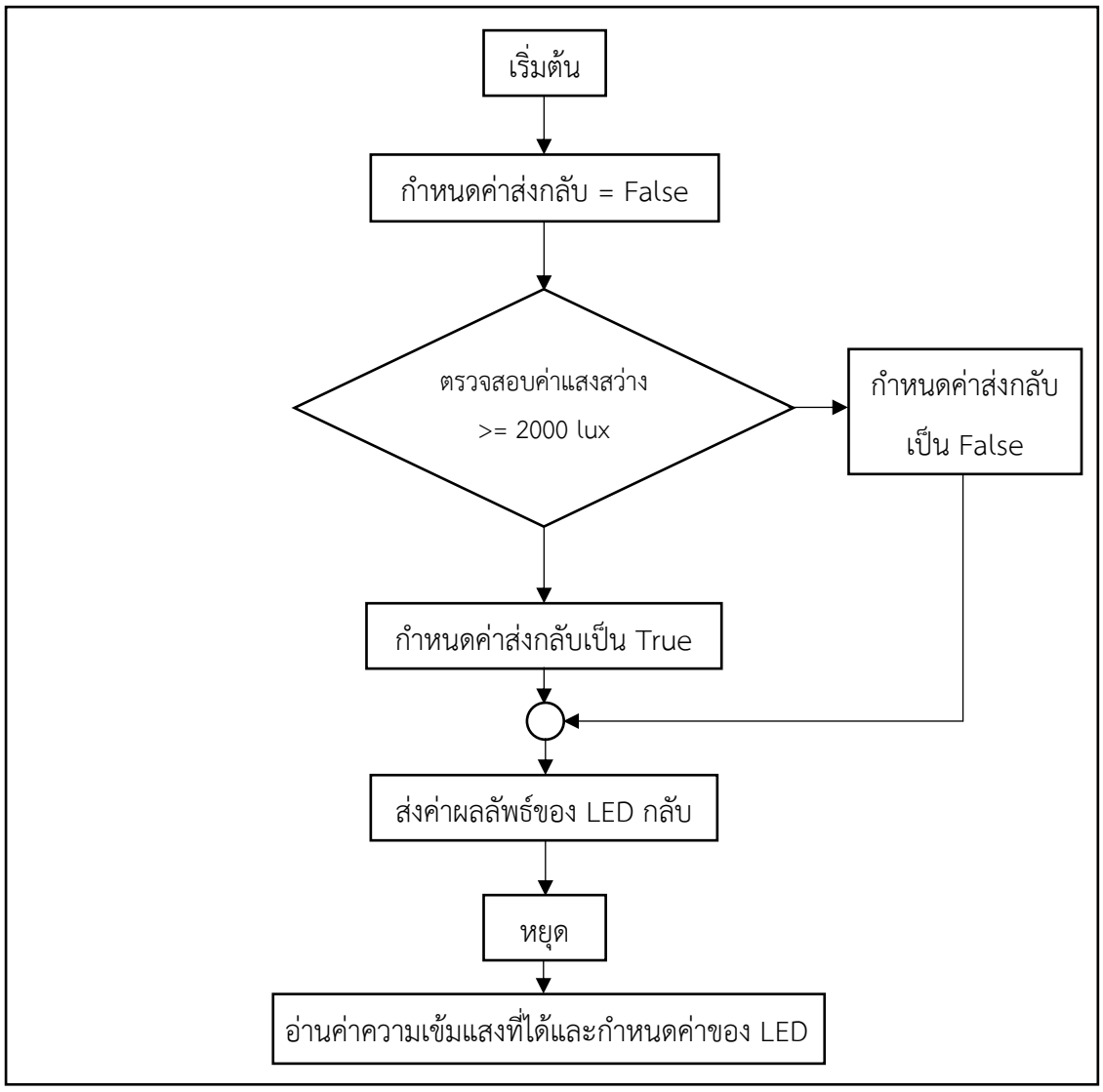
3.2.2.11 ล็อคอินและตั้งค่าการใช้งานภายในแอพพลิเคชั่น

3.2.3 กระบวนการทำงานของระบบ

เขียนแผนผังคำสั่งการทำงานของระบบ โดยเริ่มจากการกำหนดค่า Waiting for Communication เพื่อสื่อสาร จากนั้นกำหนดค่าการเชื่อมต่อ Blynk ดังภาพ 3.13 และเขียนแผนผังคำสั่งย่อยการอ่านค่าความเข้มแสง ดังภาพ 3.14



ภาพ 3.9 แผนผังคำสั่งการทำงานของระบบ



ภาพ 3.10 แผนผังคำสั่งย่อยการอ่านค่าความเข้มแสง

3.2.4 การวัดอัตราการไหลของสารละลายธาตุอาหารพืชในระบบ

การวัดอัตราการไหลของสารละลายธาตุอาหารพืชในระบบ เริ่มต้นรองน้ำจากปลายท่อน้ำออกให้ได้ 600 มิลลิลิตร พร้อมจับเวลา (ทำซ้ำ 5 ครั้ง) และนำระยะเวลาที่ได้มาคำนวณความเร็วของการไหล ซึ่งเป็นการวัดค่าการไหลจากปลายท่อออกจะได้ค่าอัตราการไหล (ปนียาพร, 2562) คือ ลิตรต่อนาที

$$Q = vA$$

Q = อัตราการไหล (มิลลิลิตรต่อวินาที)

v = ความเร็วของการไหล (วัตต์)

A = พื้นที่หน้าตัดที่ของไหลวิ่งผ่าน (เซนติเมตร)

3.2.5 การเพาะต้นกล้าผักสลัดกรีนคอส

เริ่มต้นจากการนำเมล็ดเพาะในถาดหลุมที่มีฟองน้ำรองอยู่ (ฟองน้ำควรมีการระบายอากาศได้ดี) แสงแดดส่องไม่ถึง และมีความชุ่มชื้น เมื่อต้นกล้าโตขึ้นให้ทำการวัดค่าความสูง ความยาวใบ ความยาวราก ความกว้างใบ และจำนวนใบ หลังจากอายุกล้าประมาณ 3 – 4 สัปดาห์ ให้นำต้นกล้าเข้าสู่ระบบการทำงานของชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน และดูแลอย่างสม่ำเสมอจนต้นกรีนคอสเจริญเติบโต

3.3 การวิเคราะห์สารละลายธาตุอาหาร

พารามิเตอร์ที่ตรวจวัดสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) เมื่อค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าสูงเกินมาตรฐานธาตุอาหารจะขาดสมดุลมีผลต่อการดูดซึมธาตุอาหารของพืช อุณหภูมิ (Temperature) มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า และค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ค่าการนำไฟฟ้า (EC) คือ ค่าปริมาณสารละลายธาตุอาหารที่เติมลงไป เมื่อค่าการนำไฟฟ้าเกินมาตรฐานจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของพืช และความเป็นกรด - ด่าง (pH) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการดูดซึมธาตุอาหารแต่ละประเภทของพืช โดยทำการตรวจวัดทุกวัน เป็นระยะเวลา 45 วัน โดยมีแผนการเก็บตัวอย่างสารละลายธาตุอาหาร ดังตาราง 3.3

ตาราง 3.3 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์สารละลายธาตุอาหารที่เติมเข้าระบบ

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีวิเคราะห์	ความถี่ในการวิเคราะห์
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	มิลลิกรัมต่อลิตร	Electrometric Method	ทุกวัน
อุณหภูมิ (Temp)	องศาเซลเซียส	Electrometric Method	ทุกวัน
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร	Electrometric Method	ทุกวัน
ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)		Electrometric Method	ทุกวัน

ที่มา : การประปานครหลวง (2553)