



การพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์  
(อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์  
System development of water report for Buriram Irrigation schemes  
water management (Huayjorakheamak Reservoir) Bantonphueng  
Srabua District, Muang Province, Buriram

โดย  
นพพล เซาวนกุล และคณะ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์  
พ.ศ. 2557

(ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์)

การพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์  
(อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์  
System development of water report for Buriram Irrigation schemes  
water management (Huayjorakheamak Reservoir) Bantonphueng

Srabua District, Muang Province, Buriram



โดย  
นพพล เชาวนกุล  
นิธินันท์ มาตา  
ศุภชัย ชัยชุมพล

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์  
พ.ศ. 2557  
(ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์)

ชื่องานวิจัย : การพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

ชื่อ : นพพล เชาวนกุล  
นิธินันท์ มาตา  
ศุภชัย ชัยชุมพล

คณะ : วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ปีการศึกษา : 2557

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ และพัฒนาเครื่องตรวจวัดระดับน้ำของระบบรายงานน้ำ สำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ให้ได้ข้อมูลระดับน้ำรายวัน และระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย การสำรวจ สัมภาษณ์ และการสนทนากับผู้ใช้งานระบบ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานเดิม และใช้แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า 1) พบว่าการเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้วบุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (Excel) และเมื่อต้องการใช้ข้อมูลระดับน้ำเพื่อประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย – กักเก็บ) ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องต้องมาค้นหาข้อมูลพื้นฐานข้อมูล 2) การพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ผลการใช้นระบบพบว่าระบบที่ได้พัฒนามีส่วนช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ การลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน การสืบค้น ค้นหาข้อมูล และเรียกใช้ข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเรียกดู สืบค้น และปรับปรุงข้อมูลได้เป็นอย่างดี 3) การประเมินผลความพึงพอใจผู้ใช้งานในภาพรวมต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.78

Research Title : System development of water report for Buriram Irrigation schemes water management (Huayjorakheamak Reservoir) Bantonphueng Srabua District, Muang Province, Buriram

Researcher : Noppol Chawanakul

Nitinan Mata

Suppachai Chaichumpol

Organization : Faculty of Science

Academic Year: 2557

## ABSTRACT

The objectives of this research were to developed system of water report for Buriram Irrigation schemes water management (Huayjorakheamak Reservoir) Bantonphueng Srabua District, Muang Province, Buriram and developed water level monitoring for water report system to give the water daily level data and water change level data of Buriram Irrigation schemes water management. And to the satisfaction of the users that use system of water report for Buriram Irrigation schemes water management (Huayjorakheamak Reservoir).

The instrument used in this study consisted of survey, interviews and conversations with users of system and who those related to legacy systems and used a questionnaire to determine their satisfaction with the system. The results showed that 1) the collection of water daily level used personnel concern to note the water level of the sheet water level every day and there is no exact time. When get level of water each day, the staff will lead the data save to a database that is available (Excel) and to use for decision making on water management (drainage - retention) of those management by search on database. 2) The development of system of water report for Buriram Irrigation schemes water management (Huayjorakheamak Reservoir), use of the system that developed has helped reduce the problem, including reducing the operational searched for information and run various add convenience to browse, search and update information as well. 3) evaluation of satisfaction for the overall system to use system of water report for Buriram Irrigation schemes water management (Huayjorakheamak Reservoir) in the most level has average point = 4.78.



### กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนากระบวนงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จลุล่วงได้ดีโดยได้รับความอนุเคราะห์ จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัย ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่สนับสนุนทุนการวิจัย ประจำปี 2557

โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ได้อนุเคราะห์อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณกลุ่มเพื่อนร่วมงาน ผู้บังคับบัญชา ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในช่วงดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ประโยชน์และคุณค่าที่เกิดขึ้นจากการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และบุคคลในครอบครัว ที่เป็นกำลังใจและอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ช่วยให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอระลึกถึงคุณครูบาอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

นพพล เซาวนกุล  
 นิธินันท์ มาตา  
 ศุภชัย ชัยชุมพล

<b>สารบัญ</b>		
	<b>หน้า</b>	
บทคัดย่อ.....		ก
Abstract.....		ข
กิตติกรรมประกาศ.....		ง
สารบัญ.....		จ
สารบัญตาราง.....		ช
สารบัญภาพ.....		ซ
<b>บทที่</b>		
<b>1 บทนำ.....</b>		<b>1</b>
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....		1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....		2
ขอบเขตของการวิจัย.....		3
ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....		4
กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....		5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....		6

<b>2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>7</b>
ไมโครคอนโทรลเลอร์	7
ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ	8
บอร์ดราสเบอร์รี่พาย	18
เซลล์แสงอาทิตย์	21
การอัดประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	27
การวัดระดับน้ำของกรมชลประทาน	28
เครื่องมือในการออกแบบและการพัฒนาระบบ	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	40
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	<b>42</b>
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	42
กรอบแนวคิดการวิจัย	43
วิธีการดำเนินการวิจัย	45
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	51
การวิเคราะห์ข้อมูล	53
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	54
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	<b>56</b>
สภาพปัจจุบัน และสภาพปัญหาในการดำเนินงานบันทึกข้อมูลระดับน้ำและการดู	
รายงานข้อมูลระดับน้ำย้อนหลังเพื่อการบริหารจัดการน้ำของโครงการชลประทานบุรีรัมย์	
(อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์	56
การพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์	
(อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์	57
ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการโครงการ	
ชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง	
จังหวัดบุรีรัมย์	62
<b>5 อภิปรายผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ</b>	<b>65</b>
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	65
วิธีดำเนินการวิจัย	65
สรุปผลการวิจัย	68
อภิปรายผลการวิจัย	71
ข้อเสนอแนะ	72
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>74</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>76</b>

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	77
ภาคผนวก ข ตัวอย่างระบบระบบรายงานน้ำ เพื่อการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์	82

ประวัติย่อของผู้วิจัย	84
-----------------------	----

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการ ชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์	62





## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดการวิจัยของโครงการวิจัย .....	5
2	โครงสร้างอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริก .....	9
3	โครงสร้างภายในเปียโซอิเล็กทริกที่ใช้สารเซรามิก .....	10
4	ชั้นสารเซรามิกโค้งงอไปมาเมื่อป้อนแรงดัน ทำให้เกิดคลื่นเสียงอัลตราโซนิกกระจายไป .....	10
5	แมกนีโตสตริกทีฟทรานสดิวเซอร์ .....	12
6	ตัวอย่างการเขียนสัญลักษณ์ของอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบต่าง ๆ กัน .....	12
7	หลักการการทำงานของอัลตราโซนิก .....	14
8	อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ วงจรส่งผ่าน/รับ .....	15
9	อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์วงจรเวลาคงที่ .....	15
10	อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์, คุณลักษณะการตรวจจับ .....	16
11	อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์, พื้นผิวตรง .....	17
12	อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์, การตรวจจับสิ่งของ .....	18
13	ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi .....	19
14	จุดเชื่อมต่อแบบ GPIO ของ Raspberry Pi .....	21
15	เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตอลไลน์ .....	22
16	เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตอลไลน์ .....	23
17	เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน .....	23
18	การต่อมอเตอร์แบบอนุกรมและแบบขนาน .....	25
19	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำ (Rating Curve) .....	29
20	การวัดระดับน้ำด้วยแผ่นวัดระดับน้ำ .....	30
21	เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอย .....	31
22	ระบบโทรมาตรเพื่อการพยากรณ์น้ำและเตือนภัยลุ่มน้ำ .....	31
23	แผนภาพแสดงกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย .....	44
24	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย .....	45
25	องค์ประกอบและกระบวนการทำงานของระบบ .....	47
26	รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายและอุปกรณ์ในระบบ .....	49
27	Context Diagram ระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) .....	59

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
28 การสร้างอุปกรณ์เพื่อวัดระดับน้ำ.....	60
29 Internet Gateway Router รับ – ส่ง ข้อมูลระดับน้ำจากอุปกรณ์วัด มายังหน้าเว็บไซต์	60
30 หน้าจอระบบแสดงข้อมูลระดับน้ำรูปแบบกราฟ.....	61



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

กรมชลประทานได้สำรวจเพื่อพัฒนาแหล่งน้ำในจังหวัดบุรีรัมย์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 และก่อสร้างเป็นอ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มากเมื่อปี พ.ศ.2505 แล้วเสร็จและเริ่มส่งน้ำในปี พ.ศ.2506 โดยมีความจุน้ำขณะนั้น 21 ล้าน ลูกบาศก์เมตร และส่งน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกในเขตชลประทาน 9,065 ไร่ ปี พ.ศ. 2528 อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก ได้รับงบประมาณจากโครงการ NESSI เพื่อให้การส่งน้ำมีประสิทธิภาพและทั่วถึงทุกแปลงนา โดยปรับปรุงระบบส่งน้ำและอาคารประกอบการ และปรับปรุงคูส่งน้ำและอาคาร เมื่อวันที่ 27 มกราคม 2532 คณะกรรมการเพื่อการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรชลประทานภาคตอนบนครบวงจร ได้รับการร้องขอจากผู้ว่าราชการจังหวัดบุรีรัมย์ให้ดำเนินการแก้ไขปัญหาของอ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มากที่มีปริมาณน้ำน้อย ซึ่งคณะทำงานเห็นควรวางโครงการปรับปรุงเพื่อจัดหาความช่วยเหลือการขาดแคลนน้ำในอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อการอุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม การประมง และการท่องเที่ยวในจังหวัดบุรีรัมย์ให้มีน้ำใช้ตลอดทั้งปี ปัจจุบันโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) มีหน้าที่ดำเนินการเกี่ยวกับการกักเก็บรักษา ควบคุมส่งระบาย หรือแบ่งน้ำ เพื่อเกษตรกรรม การสาธารณสุข โภคการอุตสาหกรรม ติดตามประเมินความปลอดภัยของแหล่งน้ำและป้องกันความเสียหาย อันเกิดจากน้ำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำที่รับผิดชอบ และปรับปรุงแหล่งน้ำธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ในการอุปโภคและบริโภคแก้ไขปัญหการขาดแคลนน้ำพร้อมป้องกันบรรเทาอุทกภัยรวมทั้งป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่รับผิดชอบ

หน้าที่หลักที่สำคัญของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) คือเป็นแหล่งกักเก็บน้ำดิบใช้สำหรับผลิตน้ำประปาเพื่อบริการประชาชนในการอุปโภคและบริโภคของประชาชนในเขตอำเภอเมืองบุรีรัมย์และอำเภอห้วยราช กว่า 23,000ครัวเรือน ในปริมาณวันละ 30,000 ลูกบาศก์เมตรโดยประมาณ และต้องทำหน้าที่ปล่อยน้ำเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรใน 4 หมู่บ้าน คือ หมู่ 1, 2, 14 และหมู่ 18 ต.บ้านบัว อ.เมือง สำหรับการเพาะปลูกพืช และการทำนา บ่อยครั้งที่โครงการชลประทานบุรีรัมย์เกิดวิกฤติปัญหาขาดแคลนน้ำในช่วงหน้าแล้ง โดยมีระดับน้ำต้นทุนสำหรับในแต่ละวันต่ำกว่าระดับน้ำวิกฤติที่กำหนดไว้ ทำให้ต้องมีการผันน้ำจากแหล่งน้ำอื่นซึ่งก็คืออ่างเก็บน้ำห้วยตลาดผ่านคลองเชื่อมเป็นระยะทางกว่า 2 กิโลเมตร และจากลำน้ำมาศเพื่อสำรองน้ำดิบไว้สำหรับผลิตน้ำประปาแก้ไขปัญหการขาดแคลนน้ำ เพื่อใช้ในการหว่านกล้าไว้รอหน้าฝน และอีกปัญหาที่เกิดขึ้นกับโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) คือการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเนื่องจากหน้าฝน เป็นผลให้น้ำจากลำน้ำและคลองต่างๆไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำมากขึ้น เมื่อระดับน้ำเกินระดับที่ต้องกักเก็บเป็นปริมาณมากจึงต้องมีการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อเป็นการรักษาความปลอดภัยของอ่างเก็บน้ำ โดยการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำนั้นบางครั้งก็ทำให้บ้านเรือน และนาข้าวของเกษตรกรถูกน้ำท่วมในหลายพื้นที่ (นิวัฒน์ โชติชื่น, ติดต่อส่วนตัว, กันยายน 11, 2556) กระบวนการจัดสรรน้ำประกอบไปด้วยการวางแผน การควบคุม และการประเมินผลการส่งน้ำ (วารุฑวุฒิวินิชย์ และวิษญ์ ศรีวงษา, 2547) ในขั้นตอนของการวางแผน และควบคุมการจัดสรรน้ำจะต้องมีข้อมูลประกอบการวางแผนเพื่อการควบคุมและจัดสรรน้ำเพื่อปล่อยน้ำให้เกษตรกรในหน้าแล้ง การผัน

น้ำจากแหล่งน้ำอื่นมาเก็บในยามขาดแคลน และการผันน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในฤดูน้ำหลาก โดยข้อมูลหลักที่ใช้ นั่นคือข้อมูลระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (ห้วยจรเข้มาก) ในการเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผนวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้วบุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (นิวัฒน์ โชติชื่น, ติดต่อส่วนตัว, กันยายน 11, 2556)

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยนำความรู้เรื่องเซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) ในการทำงานนั้นจะอาศัยหลักการการสะท้อนของเสียงที่ปล่อยออกไปยังเป้าหมายที่ต้องการ ทำให้ทราบถึงระยะห่างระหว่างต้นทางและปลายทาง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างเครื่องตรวจวัดระดับน้ำ หลังจากนั้นอุปกรณ์วัดระดับน้ำจะส่งข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่วัดได้ผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายเพื่อนำข้อมูลนั้นมาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และแจ้งเตือนระดับน้ำปัจจุบันไปยังบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านหน้าเว็บไซต์ พร้อมทั้งแสดงระดับน้ำที่จุดวิกฤติของอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย - กักเก็บ) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

1.2.2 เพื่อพัฒนาเครื่องตรวจวัดระดับน้ำของระบบรายงานน้ำ สำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.3.1 ขอบเขตการศึกษา

เป็นการเพื่อพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่มุ่งเน้นการศึกษาและพัฒนาเครื่องตรวจวัดระดับน้ำภายในโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ในการเก็บข้อมูลระดับน้ำรายวันและระดับน้ำที่อาจเปลี่ยนแปลงหลังจากระบบบันทึกข้อมูลระดับน้ำประจำวันไปแล้ว โดยข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะถูกเก็บบันทึกลงฐานข้อมูล แล้วแจ้งเตือนผ่านหน้าเว็บไซต์ของระบบ

### 1.3.2 พื้นที่ศึกษา

#### 1) สภาพทั่วไป

โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) มีลักษณะเป็นทะเลสาบ น้ำจืดขนาดใหญ่ และเป็นสถานที่ราชการมีหน้าที่ดำเนินการเกี่ยวกับการกักเก็บรักษา ควบคุม ส่ง ระบาย หรือแบ่งน้ำ เพื่อเกษตรกรรม การสาธารณสุข โภคการอุตสาหกรรม ติดตามประเมินความ ปลอดภัยของแหล่งน้ำและป้องกันความเสียหาย อันเกิดจากน้ำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำที่รับผิดชอบ และ ปรับปรุงแหล่งน้ำธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ในการอุปโภคและบริโภคแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ พร้อมป้องกันบรรเทาอุทกภัยรวมทั้งป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่รับผิดชอบ

## 2) ลักษณะที่ตั้ง/อาณาเขต และขอบเขตการปกครอง

โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ตั้งอยู่ที่บ้านฝั่งต้น ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ อยู่ระหว่างทางหลวงหมายเลข 219 สายบุรีรัมย์ – ประโคนชัย ที่กิโลเมตรที่ 10 เลี้ยวขวาไปอีก 2 กิโลเมตร มีพื้นที่ 3,876 ไร่

### 1.3.3 ประชากร

ประชากร ในการพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นฝั่ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ครั้งนี้จะใช้กับข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

### 1.3.4 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นฝั่ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ นั้นในการเลือกกลุ่มตัวอย่างคณะผู้วิจัยจะพิจารณาโดยใช้วิธีเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) คือเลือกจากกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้ ความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์ และมีความเกี่ยวข้องต่อการใช้งานระบบที่จะพัฒนาขึ้นโดยตรงนั่นก็คือข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4 ของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) จำนวน 20 คน และข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราว ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำมูลกลาง จำนวน 30 คน

## 1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

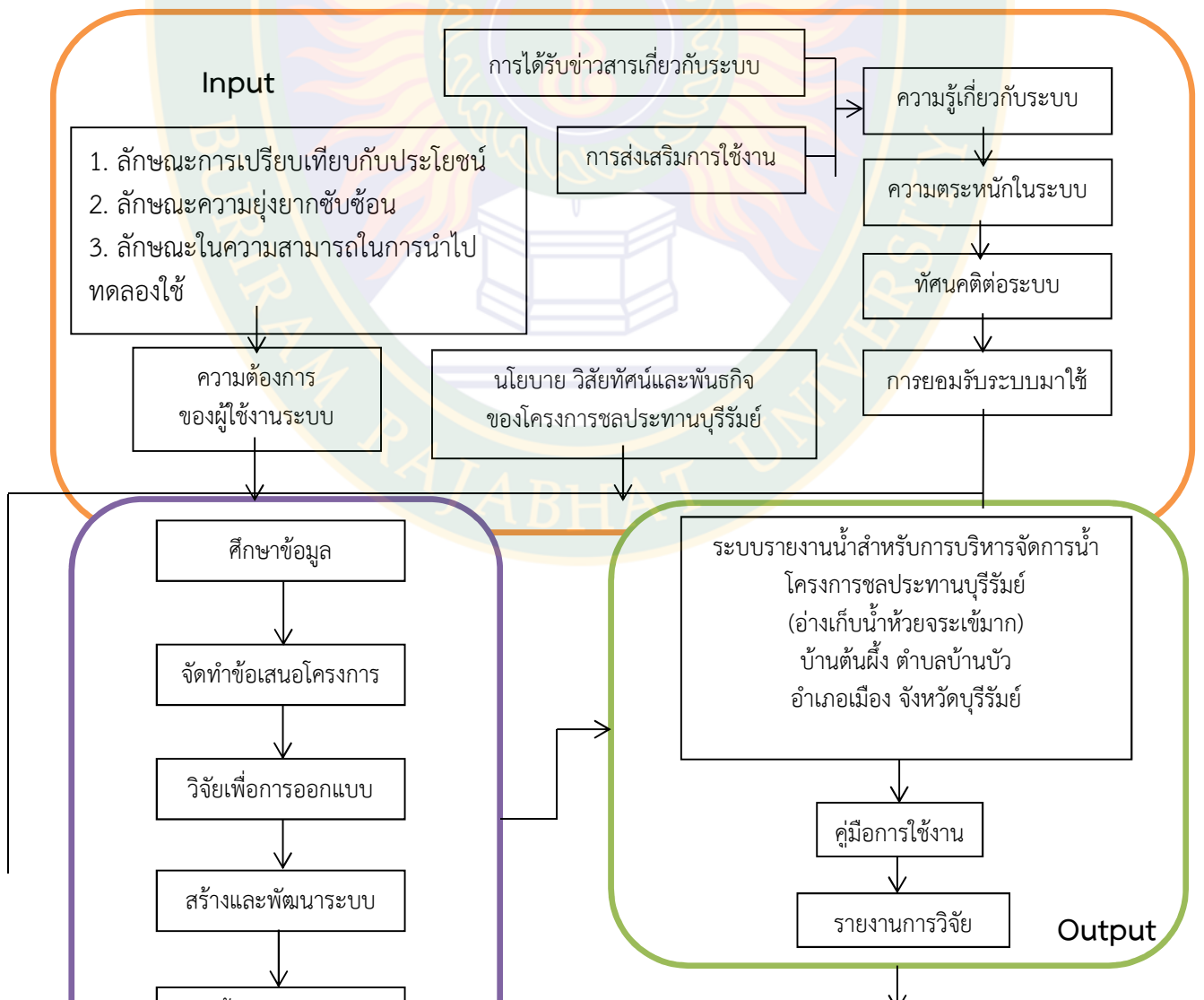
### 1.4.1 สมมุติฐานงานวิจัย

1) ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นฝั่ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

2) สารสนเทศของการบริหารจัดการข้อมูลในการเก็บข้อมูลระดับน้ำรายวันและระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง ทำให้การทำงานของผู้ใช้งานมีประสิทธิภาพมากกว่าการเก็บข้อมูลแบบปกติ ในด้านเวลา การประมวลผล การสืบค้นรายงาน และการวางแผนตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำให้แก่ประชาชน

### 1.4.2 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย





Outcome

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิด

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้ระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
- 1.5.2 ได้เครื่องตรวจวัดระดับน้ำของระบบรายงานน้ำ สำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก)
- 1.5.3 ได้ข้อมูลระดับน้ำรายวัน และระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) พร้อมทั้งการแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำอยู่ในระดับวิกฤติ เพื่อการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย - กักเก็บ)
- 1.5.4 ได้ทราบความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก)

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลสระบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ ทฤษฎีต่างๆ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ ในประเด็น ดังต่อไปนี้

- 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)
- 2.2 ระบบอุลตราโซนิก (Ultrasonic)
- 2.3 บอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi)
- 2.4 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)
- 2.5 การอัดประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์
- 2.6 การวัดระดับน้ำของกรมชลประทาน
- 2.7 เครื่องมือในการออกแบบและการพัฒนาระบบ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ มาจากคำ 2 คำ คำหนึ่งคือ ไมโคร (Micro) หมายถึงขนาดเล็ก และคำว่า คอนโทรลเลอร์ (Controller) หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ขนาดเล็กนี้ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกันกับระบบคอมพิวเตอร์ที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคยกัน กล่าวคือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นได้รวมเอาซีพียู (CPU) หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุไว้ในที่เดียวกัน (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2554.)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ที่สามารถสร้างระบบควบคุมได้โดยอุปกรณ์นั้นมีขนาดเล็กและเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีการรวมเอาฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ไว้ในตัวของมันเอง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับคอมพิวเตอร์ ในที่นี้หมายถึงอุปกรณ์ภายในที่ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง พอร์ตในการเชื่อมต่อแบบต่าง ๆ (พิพัฒน์ เลาสงคราม. 2539: 12)

##### 2.1.1 ส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ดังนี้

2.1.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เปรียบดังสมอง มีหน้าที่คำนวณทางคณิตศาสตร์และกระทำทางตรรกะ

2.1.1.2 หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามการนำไปใช้งานได้ ดังนี้

1) หน่วยความจำโปรแกรมคล้ำ ROM เป็นส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรม เพื่อส่งให้กับหน่วยประมวลผลทำการประมวลผลตามที่โปรแกรมไว้

2) หน่วยความจำข้อมูลคล้ำ RAM เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากการประมวลผล



2.1.1.3 พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต (I/O port) เป็นส่วนที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในรูปแบบของสัญญาณดิจิทัล โดยสามารถกำหนดพอร์ตให้มีลักษณะเป็นทั้งอินพุต และเอาต์พุตได้

2.1.1.4 วงจรนับ/จับเวลา (Counter/Timer) ทำหน้าที่นับสัญญาณพัลส์ภายนอกหรือจับเวลาสัญญาณนาฬิกาภายในของระบบ เป็นวงจรรนับหรือจับเวลาขนาด 16 บิต จำนวน 2 วงจร

2.1.1.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Oscillator) ทำหน้าที่สร้างสัญญาณนาฬิกาเพื่อกำหนดจังหวะการทำงานของซีพียู และวงจรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

## 2.2 ระบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic)

### 2.2.1 ความหมาย อัลตราโซนิก

(พงศธร ศิริภักดี และคณะ. 2552: 5) หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 KHz เท่านั้น แต่พวกที่อายุยังน้อย ๆ อาจจะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่านี้ได้ ดังนั้นโดยปกติแล้วคำว่าอัลตราโซนิกจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz ขึ้นไป จะสูงขึ้นจนถึงเท่าใดไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้

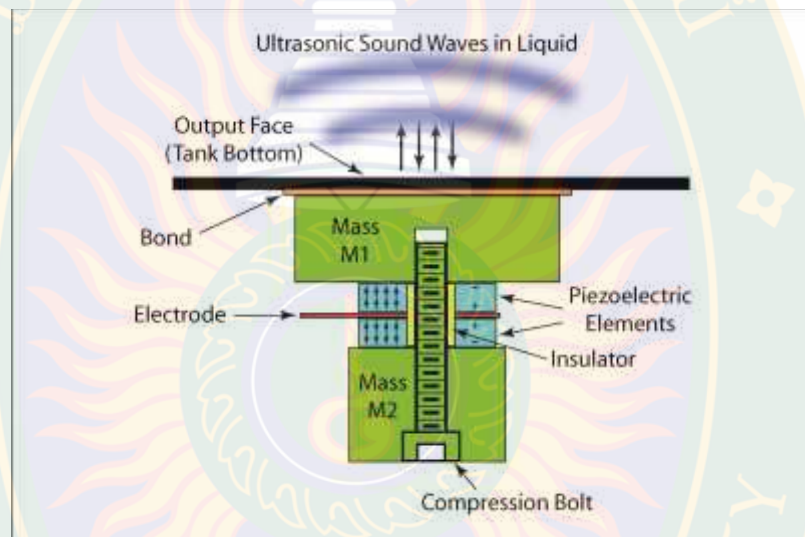
สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตราโซนิกมาใช้ก็เพราะว่าเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวกำเนิดเสียงความถี่นั้นเช่น คลื่นความถี่ 300 Hz ในอากาศจะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษ ๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมายคลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่นแต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตราโซนิก อย่างเช่น 40 KHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียงประมาณ 8 มม. เท่านั้นซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มากคลื่นเสียงจะไม่มีอาการเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบ ๆ หรือที่เราเรียกว่า มีทิศทาง

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิกทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control) เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยให้น้ำสั่นที่ความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยส่งเกตระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วไหลของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น คลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 KHz เพราะที่ความถี่สูงเกินกว่านี้ อากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้น ๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz ขณะที่ความถี่เป็น GHz ( 10<sup>9</sup> Hz ) ก็มีใช้กันในหลาย ๆ การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่ในอากาศ

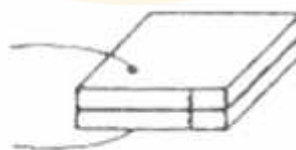
### 2.2.2 อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer)

อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (สุตามณี วิชัย และคณะ.2556: 5) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิกกระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นได้ ในปัจจุบันอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมากได้แก่

2.2.2.1 แบบเปียโซอิเล็กทริก (Piezo-electric Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานทางกล โดยมีความถี่เรโซแนนซ์คงที่อยู่ค่าหนึ่ง ภายในตัวอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริก แบบที่มีใช้กันในปัจจุบันซึ่งได้รับการพัฒนากันมาในระดับหนึ่งแล้วจะประกอบด้วยชั้นสารเซรามิกสี่เหลี่ยมซึ่งมีผิวโลหะเงินฉาบอยู่ทั้ง 2 หน้าเพื่อให้อต่อสายไฟออกมาเป็นขา 2 ขา ชั้นสารเซรามิกนี้ประกอบขึ้นจากสารเซรามิก 2 ชั้น ประกบกันอยู่โดยวางให้ขั้วไดโพลทางไฟฟ้าภายในอะตอมของมันมีทิศทางตรงข้ามกันดังภาพที่ 2.1



ชั้นสารเซรามิกถูกยึดติดภายในตัวถังอย่างดีเพื่อไม่ให้เกิดการสั่นขณะที่ยังทำงานอยู่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากภายนอกตัวถังมักจะเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงประมาณ 1 ถึง 2.5 ซม. ด้านหน้าทำเป็นช่องเปิดมีตะแกรงติดอยู่เพื่อให้คลื่นอัลตราโซนิกเข้ามาหรือออกจากช่องเปิดได้โดยสะดวก ถ้าตัวถังทำมาจากโลหะก็ควรต่อตัวถังลงกราวด์เพื่อทำหน้าที่ชิลด์สำหรับบางยี่ห้อเขาจะต่อขาหนึ่งติดกับตัวถังมาให้เลย เมื่อพลิกดูขา 2 ขาที่โผล่ออกมาจากตัวถังจะเห็นมีขาหนึ่งติดกับตัวถัง



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างภายในเปียโซอิเล็กทริกที่ใช้สารเซรามิก

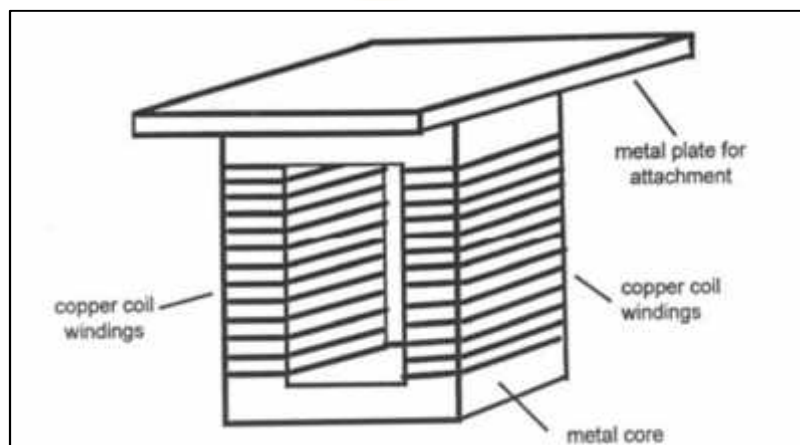


**ภาพที่ 2.3** ชั้นสารเซรามิกโค้งงอไปมาเมื่อป้อนแรงดัน ทำให้เกิดคลื่นเสียงอุลตราโซนิกกระจายไป

เมื่อมีสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมขั้วทั้งสองของชั้นสารเซรามิกดังภาพ 3 จะทำให้ชั้นสารโค้งงอมากหรือน้อยหรือในทิศทางใดตามขนาดและทิศทาง การเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณนั้น ๆ ทำให้เกิดการก่อดัดอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่เดียวกับสัญญาณนั้นออกไป โดยทั่วไปกำลังเอาต์พุตที่ออกมาจะตกประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป แต่กำลังเอาต์พุตจะสูงสุดที่ค่าประมาณนี้ต่อเมื่อความถี่ของสัญญาณตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ซึ่งเป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชั้นสารเซรามิกนั้น ๆ ส่วนที่ความถี่อื่น ๆ กำลังเอาต์พุตจะลดลงกว่านี้มาก

แบบแมกนีโตสตริกทีฟ (Magnetostrictive Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่ ในทำนองกลับกันเมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ของชั้นสารเซรามิกเข้ามาจะทำให้ชั้นสารโค้งงอไปมาและเกิดสัญญาณแรงดันซึ่งมีขนาดเล็กขึ้นมาคร่อมขั้วทั้งสองของตัวเองได้ คุณสมบัติโดยทั่วไปของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเพียโซอิเล็กตริกก็คือมีค่าความต้านทานไฟตรงสูงมากอาจสูงถึง 100 MW เรียกว่าถ้าเอามิเตอร์ธรรมดาติดตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูง ๆ เข็มจะไม่กระดิกเลย แต่ในขณะที่มันทำงานความต้านทานทางด้านไฟสลับจะลดลง

2.2.2.2 แบบแมกนีโตสตริกทีฟ (Magnetostrictive Transducer) ทรานส์ดิวเซอร์ชนิดนี้เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยใช้คุณสมบัติแมกนีโตสตริกชัน ซึ่งเป็นผลมาจากการที่สารเฟอร์โรแมกเนติก เช่น นิกเกิล หรือเหล็ก ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของมิติหรือขนาดเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก ลักษณะของทรานส์ดิวเซอร์ชนิดนี้คล้ายกับโซลินอยด์ ที่ใช้สารเฟอร์โรแมติกเป็นแกน โดยแกนดังกล่าวประกอบขึ้นจากแผ่นนิกเกิลหรือนิกเกิลอัลลอยขนาดบางจำนวนหลายชั้นโดนรูปที่ง่ายที่สุดจะมีลักษณะเป็นวงสี่เหลี่ยมที่พันด้วยลวดทองแดงในแต่ละด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน (รีฟร กงบังเกิด. 2547: 69) ดังภาพที่ 2.4



## ภาพที่ 2.4 แมกนีโตสตริกทีฟทรานส์ดิวเซอร์

จากภาพเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่ขดลวด จะทำให้เกิดการลดขนาดของแกนซึ่งผลิตจากสารเฟอร์โรแมกเนติก (เรียกว่าเกิดแมกนีโตสตริกชัน - Magnetostriction) และทำให้ขนาดของทรานส์ดิวเซอร์ลดลงไปด้วยและเมื่อหยุดให้กระแสไฟฟ้าจะทำให้แกนมีการเปลี่ยนแปลงของขนาดอย่างต่อเนื่องและทำให้เกิดแรงสั่นที่ต้องการขึ้นได้ ทั้งนี้จะต้องออกแบบทรานส์ดิวเซอร์ให้มีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความถี่ของคลื่นที่กำหนดไว้

2.2.2.3 แบบอิเล็กโตรสตริกทีฟ (Electrostrictive Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานทางกล

### 2.2.3 ตัวส่งและตัวรับ

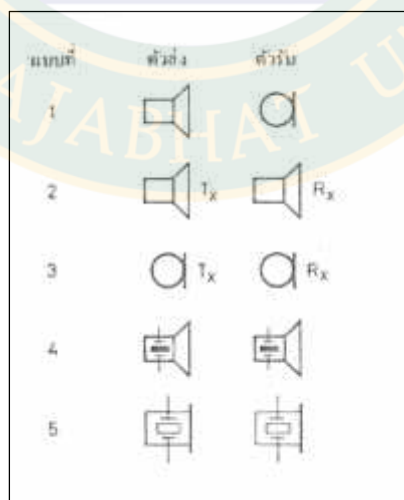
ทรานส์ดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริกที่ใช้สารเซรามิก ( หรือที่ผู้ผลิตบางรายเรียกว่าอัลตราโซนิคทรานส์ดิวเซอร์แบบเซรามิก ) จะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่งหรือ (Transmitter) และ ตัวรับ (Receiver)

#### 2.2.3.1 ตัวส่ง

ก็คืออัลตราโซนิคทรานส์ดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่ตัวมัน ให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิค หน้าทีของตัวส่งจึงคล้าย ๆ กับเป็นลำโพง

#### 2.2.3.2 ตัวรับ

ก็คืออัลตราโซนิคทรานส์ดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคที่มาจากกระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าทีของตัวรับจึงคล้าย ๆ กับเป็นไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้เวลาเขียนสัญลักษณ์ของอัลตราโซนิคทรานส์ดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของมันคือถ้าเป็นตัวส่งก็เขียนสัญลักษณ์เป็นลำโพง ถ้าเป็นตัวรับก็เขียนสัญลักษณ์เป็นไมโครโฟน ดังแสดงในภาพที่ 2.5



## ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการเขียนสัญลักษณ์ของอุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบต่าง ๆ กัน

อุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเซรามิกที่มีจำหน่ายกันจะมีค่าความถี่เรโซแนนซ์ให้เลือก ตั้งแต่ 23 KHz ขึ้นไปจนถึง 40 KHz แต่ที่พบเห็นกันบ่อยก็มี 23 KHz, 25 KHz, และ 40 KHz โดยความถี่ 40 KHz เป็นรุ่นที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะมีทิศทางการดีกว่า

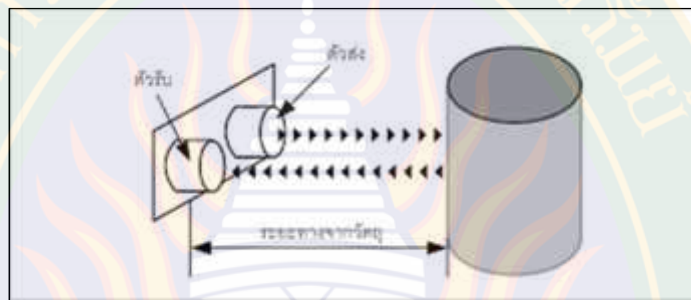
### 2.2.3.3 ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่งและตัวรับ

- 1) ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูง เพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เสียหาย
- 2) ทรานสดิวเซอร์ที่มีขายกันโดยทั่วไปจะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันสูงสุดได้ไม่เกินกว่า 20 Vrms ดังนั้นขนาดของสัญญาณที่จะป้อนให้กับทรานสดิวเซอร์ก็ควรจะต้องอยู่ในขีดจำกัดอันนี้
- 3) ความถี่เรโซแนนซ์ ( ความถี่ที่ตัวมันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ) ของทรานสดิวเซอร์ 40 KHz ที่มีขายกันโดยทั่วไปจะผิดพลาดไปไม่เกิน  $\pm 1$  KHz และมีแถบความถี่ (Bandwidth) ประมาณ 4.5 KHz สำหรับตัวส่ง และมีแถบความถี่ประมาณ 5.0 KHz สำหรับตัวรับ จะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าของตัวส่งอยู่เล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกมาจากตัวส่งได้
- 4) อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานสดิวเซอร์ควรอยู่ภายในช่วง  $-20^{\circ} \text{C}$  ถึง  $+60^{\circ} \text{C}$
- 5) ทั้งตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมากกล่าวคือ ที่ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ  $30^{\circ}$  ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 10 dB ในทำนองเดียวกันถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวที่เบี่ยงเบนไปจากแนวแกนขอตัวรับไปประมาณ  $30^{\circ}$  ความไวหรือขนาดแรงดันที่ออกมาก็ลดลงไปประมาณ 10 dB ด้วยเช่นกัน ดังนั้นในการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในที่โล่งแจ้งจึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามในกรณีที่อยู่ในห้องอาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้เล็กน้อย เพราะคลื่นเสียงอุลตราโซนิคสามารถสะท้อนกับกำแพง พื้น และวัตถุที่อยู่ภายในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง
- 6) ในกรณีที่ใช้งานตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขนานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด ตามปกติแล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วงจาก 10 kW - 100 kW จากการทดลองพบว่าถ้าเปลี่ยนโหลดจาก 100 kW มาเป็น 10 kW ความไวจะลดลงประมาณ 10 ถึง 20 dB แต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ค่าความต้านทานต่ำลงไปอีก ความถี่เรโซแนนซ์ ( ความถี่กลาง ) จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมากควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงสักหน่อย เพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและมีแถบความถี่แคบ ตัวอย่างการทดสอบแสดงไว้ดังรูป
- 7) ตามปกติแล้วเราสามารถนำเอาตัวส่งและรับมาใช้งานแทนกันได้ในการใช้งานส่วนใหญ่ และตัวส่งหรือตัวรับของยี่ห้อใด รุ่นใด ก็สามารถที่จะนำมาใช้แทนกันได้ในงานส่วนใหญ่ ขอ

เพียงแต่ให้มีความถี่เรโซแนนซ์เดียวกันเท่านั้นเอง อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจต้องเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสมมูลทางด้านไฟสลับเพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

#### 2.2.4 อุลตราโซนิคเซ็นเซอร์หน้าที่และการทำงาน

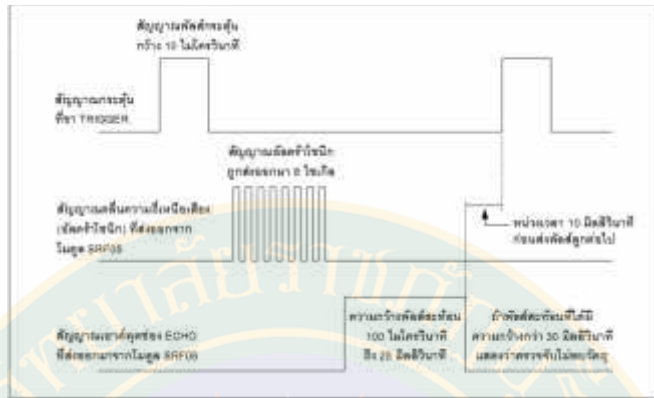
รูปแบบต่าง ๆ ของอุลตราโซนิคเซ็นเซอร์ประกอบด้วย ตัวตรวจจับด้วยคลื่นอุลตราโซนิค ชุดส่งสัญญาณ ชุดประมวลผล และชุดเอาต์พุต มักจะใช้เป็นภาครับ และ ภาคส่ง อาจมีระบบซึ่งประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ แยกกันอยู่ 2 ส่วน ในระหว่างการทำงาน เซ็นเซอร์จะทำการส่งสัญญาณเสียงซึ่งเรียกว่า “ซาวด์พาร์เซลส์” (Sound parcels) ให้ขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ ของเวลาทำงานไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีการ รับการสะท้อนครั้งแรกเกิดขึ้น



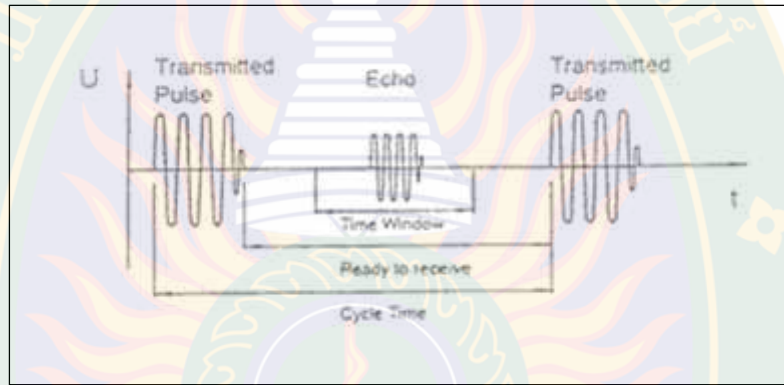
ภาพที่ 2.6 หลักการทำงานของอุลตราโซนิค

#### 2.2.5 วงจรส่งผ่าน / รับ

สำหรับการทำงานเป็นวงจรของอุลตราโซนิคเซ็นเซอร์ จะส่งผ่านคลื่นพัลส์เสียงในช่วงเวลาสม่ำเสมอ หรือช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลง คลื่นเสียงที่ปล่อยออกไปจะถูกสะท้อนได้โดยวัตถุที่เหมาะสม โดยเซ็นเซอร์ และระบบการทำงานจะรับการสะท้อนของคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมา (ดังแสดงในภาพที่ 2.7) ความกว้างของคลื่นพัลส์ของเสียงอยู่ในช่วง 2-200 ไมโครเซท เวลาในการเดินทางของคลื่นพัลส์ของคลื่นเสียงเป็นการวัดระยะห่างจากวัตถุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเซ็นเซอร์ ระยะห่างนี้นำไปแสดงในรูปของ สัญญาณอนาล็อก (Analogue Signal) (เช่น 0-20 mA) สัญญาณลอจิก (Logic Signal) ตลอดทั้งซีเรียลอินเตอร์เฟส (Serial Interface) (RS232) หรือการเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในรูปของสวิสซ์พัลส์ที่เรียกว่า ไทม์เฟรม (Time Frame) เนื่องจากขบวนการดำเนินไปตามเวลาที่คลื่นสะท้อนเดินทาง ไม่ใช่เป็นไปตามความเข้มของคลื่นสะท้อน จึงจัดได้ว่าอุลตราโซนิคเซ็นเซอร์ มีข้อดีเหนือกว่าเซ็นเซอร์แบบออปติคัล (Optical Sensor) เวลาที่คลื่นสะท้อนการเดินทางจะทำให้ขบวนการดำเนินโดยไม่ขึ้นกับความเข้มของคลื่นสะท้อน ตรวจจับที่วัตถุยังคงสะท้อนคลื่นที่สามารถตรวจจับได้ ออกมาสะท้อนการเดินทางจะทำให้ขบวนการดำเนินโดยไม่ขึ้นกับความเข้มของคลื่นสะท้อน ตรวจจับที่วัตถุยังคงสะท้อนคลื่นที่สามารถตรวจจับได้ออกมา ดังนั้นคุณลักษณะการสวิสซ์ไม่เปลี่ยนไป แม้ในสถานะที่การสะท้อนเป็นไปอย่างไม่ดีคลื่นสะท้อนที่อ่อนจะมีผลต่อความถูกต้องในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถทำการตรวจจับวัตถุได้เลยความเร็วที่เปลี่ยนไปของคลื่นพัลส์ของเสียง มีผลกระทบต่อพิสัย การทำงานของสวิสซ์ (ระยะทาง) โดยตรงเซ็นเซอร์ทำงานด้วยวงจรเวลาที่คงที่ (เช่น  $t = 20 \text{ ms}$ ) จะส่งคลื่นเสียงออกมาอย่างสม่ำเสมอ (ดังแสดงในภาพที่ 2.8) ดังนั้นวงจรเวลาจะเป็นตัวกำหนดช่วงและวงจรการทำงานของสวิสซ์ของเซ็นเซอร์



ภาพที่ 2.7 อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ วงจรส่งผ่าน/รับ



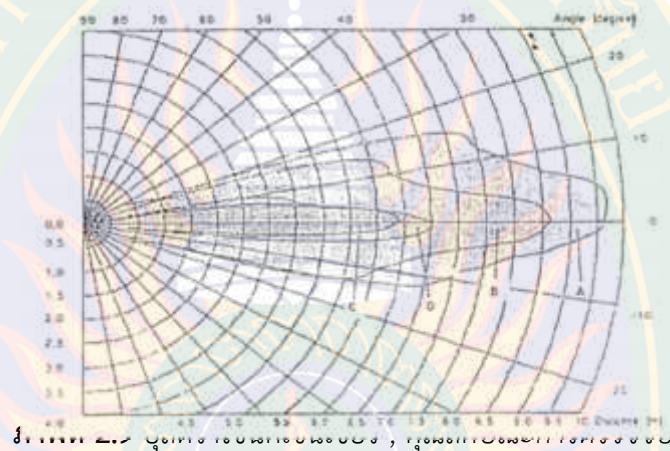
ภาพที่ 2.8 อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์วงจรเวลาคงที่

ยกตัวอย่าง เช่นคลื่นเสียงที่มีความเร็ว  $v = 340 \text{ m/s}$  ( $20'c$ ) ในช่วงเวลา  $t = 20 \text{ ms}$  ( $50 \text{ Hz}$ ) จะเดินทาง  $S = Vt = 6.8 \text{ m}$  เนื่องจากระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ และวัตถุที่ได้จากการทำงานของเซ็นเซอร์ คิดที่ไปและกลับจึงได้ระยะทางจริงสูงสุดสำหรับวงจรวลเวลานี้เป็น  $3.4 \text{ m}$  แอมพลิจูดของส่วนของคลื่นเสียงและซิติวิตี้ (Sensitivity) ของตัวรับต้องมีการพิจารณาเลือกใช้ เพื่อให้คลื่นสะท้อนที่เดินทางมาถึงหลังจากเลยเวลาของวงจรวลเวลาที่กำหนดไปแล้วจะไม่ได้รับการตรวจจับ เนื่องจากคลื่นสะท้อนนั้นอ่อนมากซึ่งสัญญาณคลื่นนี้จะทำให้เซ็นเซอร์สวิตช์ มีการทำงานผิดพลาดหรือให้ข้อมูลที่ผิด เซ็นเซอร์แบบ อะนาล็อก (Analog Sensor) เพื่อให้การตรวจจับวัตถุเป็นไปอย่างถูกต้อง วัตถุต้องอยู่หนึ่งเป็นเวลาพอเพียงสำหรับสำหรับสะท้อนอย่างน้อย 1 ส่วน ของคลื่นเสียงภายในขอบเขตที่เซ็นเซอร์จะทำงานได้รอบมากที่สุดของการสวิตช์ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงกับอัตราส่วนของวัตถุต่อที่ว่าง และจะพิจารณาให้มีค่าน้อยกว่ารอบของความถี่ที่จุดนี้ เวลาที่ขยายจะสิ้นสุดระหว่างการส่งผ่านของพัลส์ และการรับคลื่นสะท้อนแรกจะถูกนำไปใช้วัดสำหรับวงจรวลเวลา เมื่อเวลาดำเนินไปเท่ากับเวลาที่คลื่นสะท้อนเดินทางไป และกลับสิ้นสุด ส่วนของคลื่นสะท้อนต่อไปจะถูกส่งออก การหยุดลงชั่วขณะของเวลาพิเศษที่คลื่นเดินทางทำขึ้นเพื่อลดสัญญาณรบกวน (Noise) ที่ดำเนินมาจากตรวจจับวัตถุมากกว่าหนึ่งระยะ โดยเซ็นเซอร์สามารถถูกปรับให้เหมาะสมตามสภาพแวดล้อมซึ่งหมายถึง สำหรับการตรวจจับวัตถุที่อยู่ไกลเวลาการเดินทางจะนานเป็นผลให้ต้องการความถี่ต่ำในทางตรงกันข้าม ความถี่ของวงจรวลจะเพิ่มขึ้นเมื่อวัตถุเข้าใกล้เซ็นเซอร์ทำงานให้

วงจรเวลาสั้นลง และพลังงานที่ส่งออกไปสามารถปรับในช่วงเวลาของคลื่นเสียงที่ปล่อยไป เวลาที่เพิ่มขึ้นของแอมพลิจูดเมื่อมีการสวิตช์

### 2.2.6 การลดสัญญาณรบกวน และสภาวะการทำงาน

ผลที่เกิดจากคลื่นรบกวน และการทรุดแทรกในการประยุกต์ใช้อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์ คือ การตรวจจับวัตถุได้แต่ระยะที่ใกล้กับเซ็นเซอร์ และไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่มีการสะท้อนได้ไม่ดี เนื่องจากความจริงที่ว่า คลื่นอุลตราโซนิกจะสะท้อนได้จากวัตถุเกือบทุกชนิด และง่ายต่อการเบี่ยงเบน วัตถุเหล่านั้นจะทำให้สวิตช์เปิด-ปิด เมื่อเข้าใกล้บริเวณที่เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ ดังกราฟทำนายคุณลักษณะของเซ็นเซอร์ (ดังภาพที่ 2.9)



เพื่อหาคุณลักษณะของวัตถุชนิดต่าง ๆ จะวางในตำแหน่งของวัตถุในระยะห่างเท่า ๆ กันที่มุมตั้งฉากกับแนวแกนของเซ็นเซอร์ จุดที่สวิตช์ทำงานก็จะถูกกำหนดขึ้น ตัวอย่างวัสดุที่ใช้คือ

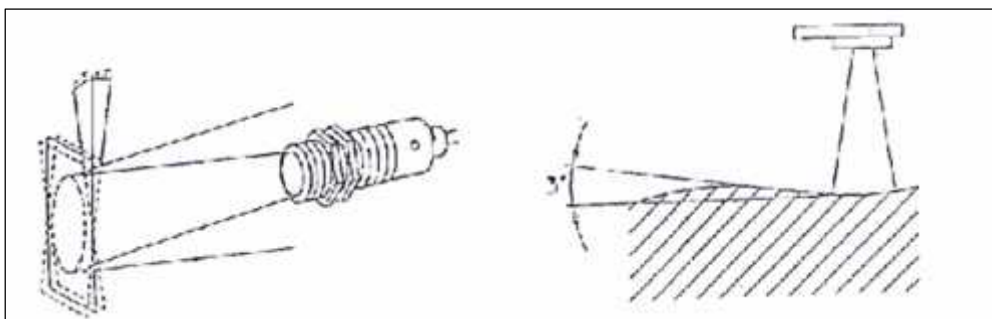
A : แผ่นจานขนาด 700 x 700 mm. ขอบเขตที่อยู่ด้านนอกส่วนโค้งชั้นนี้โดยปกติจะไม่มีวัตถุตรวจจับได้

B : แผ่นจานขนาด 100 x 100 mm. แผ่นจานอ้างอิงมาตรฐานกำหนดโดยข้อมูลทางเทคนิคทั่วไป

C : ท่อพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 160 mm. คลุมด้วยสีกหลาด ใช้เป็นตัวแทนมาตรฐาน

D : แท่นไม้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 mm. วัสดุทดสอบ เช่นระยะความปลอดภัยย้อนกลับในยานพาหนะ

เพื่อให้ปราศจากปัญหาในการทำงาน จะไม่มีวัสดุอื่นใดที่ไม่ใช่เป้าหมายในขอบเขตนอกสุด ในทางกลับกันวัตถุเป้าหมายต้องอยู่ภายในบริเวณพื้นที่ที่สามารถตรวจจับได้ทั้งขนาด รูปร่าง เพื่อป้องกันปัญหาการตรวจจับคลื่นเสียง พื้นผิวของวัตถุควรมีขนาดใหญ่เท่าที่จะเป็นได้ราบเรียบ และมีมุมเอียงไม่เกิน 3 องศา กับแกนของเซ็นเซอร์ (ดังแสดงในภาพที่ 2.10) จากข้อกำหนดดังกล่าว เมื่อทำการตรวจจับวัตถุทรงกลม หรือวัตถุผิวไม่เรียบ (ของเหลว, ของผสม) ก็จะทำให้เกิดปัญหาขึ้น





### ภาพที่ 2.10 อุลตราโซนิคเซ็นเซอร์ , พื้นผิวตรง

อุลตราซาวด์สามารถนำมาเป็ยงเบนด้วยตัวสะท้อนอย่างง่าย ที่ทำจากวัสดุใด ๆ (ดังแสดงในภาพที่ 2.10) พื้นที่ตรวจจับยังคงเท่าเดิม ทำให้ใช้กับตัวสะท้อนขนาดใหญ่ได้โดยใช้ตัวเป็ยงเบนไม่เกิน 2 ตัว ติดตั้งภายในทางเดินของคลื่นเสียงในแนวทางเดินตั้งฉากอย่างถูกต้อง

ด้วยวิธีนี้สามารถนำไปใช้ป้องกันป้องกันเซ็นเซอร์ จากการใช้งานในสิ่งแวดล้อมที่เป็นอันตรายต่อเซ็นเซอร์และทำให้ลดคลื่นสะท้อนที่ไม่ต้องการจากวัตถุ การรวมคลื่นเสียงผ่านม่านกันหรือท่อโดยปกติไม่สามารถทำได้ เนื่องจากการหักเหของแสง บนขอบ และกำแพง เพื่อหลีกเลี่ยงการสอดแทรกจากเครื่องมือที่ให้กำเนิดคลื่นเสียงอื่น ๆ สัญญาณที่รับได้จะถูกทดสอบความถี่ในตัวเอง วิธีการนี้ไม่สามารถทำให้สำเร็จได้เมื่อใช้เซ็นเซอร์ชนิดเดียวกัน (ทรานซ์มิเตอร์และควมรีชนิดเดียวกัน) หรือมีย่านรบกวนกว้าง (เช่น ในอากาศอัด) สอดแทรกกัน เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบระหว่างเซ็นเซอร์จะต้องมีการติดตั้งที่ระยะปลอดภัย คลื่นรบกวนกับแอมพลิฟายด์ขนาดใหญ่ สามารถปิดกั้นเซ็นเซอร์ไม่ให้รับคลื่นสะท้อนที่อ่อนกว่าคลื่นรบกวนได้



ภาพที่ 2.11 อุลตราโซนิคเซ็นเซอร์ , การตรวจจับสิ่งของ

เซ็นเซอร์บางชนิดแก้ปัญหาการสอดแทรกนี้ โดยสัญญาณเตือนที่เอาต์พุตที่แยกต่างหาก เพื่อเป็นการชดเชยการเปลี่ยนแปลงความเร็วของเสียงจากอุณหภูมิที่ขึ้น ๆ ลง ๆ เซ็นเซอร์บางชนิดจึงรวมเอาเซ็นเซอร์อุณหภูมิเข้าไปด้วย โดยจะทำการวัดอุณหภูมิบริเวณเซ็นเซอร์ และวัตถุ (ระยะสูงสุด 6 m) ขบวนการหลาย ๆ ขบวนการของสัญญาณที่ช่วยในการเกิดคลื่นรบกวนที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว เช่น คลื่นรบกวนเนื่องจากการเคลื่อนที่ของอากาศ หรือคลื่นรบกวน กับคลื่นอุลตราซาวด์ที่มีองค์ประกอบมาก (ในอากาศ , เครื่องจักรกล) ด้วยวิธีการนี้เอาต์พุตที่ได้จากการเซ็นเซอร์จะถูกกระตุ้นเมื่อจำนวนของคลื่นสะท้อนมีความเข้มข้นเดียวกัน และในการเดินทางเท่ากันได้ถูกรับเอาไว้ ข้อเสียคือ ความถี่ของการทำงานค่อนข้างลดน้อยลงเมื่อทำการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ผ่านอย่าง

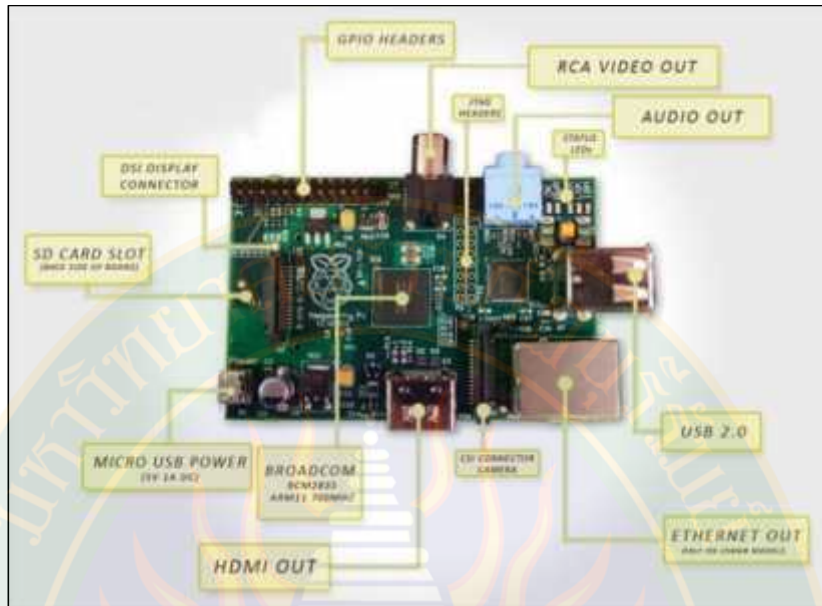
รวดเร็ว  
ทำมุมตั้ง  
แกนของ  
ในกรณีนี้  
ของวัตถุที่  
ได้กำหนด  
ขนาดของ  
ระยะห่าง  
เซ็นเซอร์  
ในภาพที่

2.3

เบอร์

(Raspberry Pi)

เป็นคอมพิวเตอร์ในบอร์ดเดียว (Single Board Computer) พัฒนาขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย Raspberry Pi Foundation ภายใต้การทำงานขององค์ไม่หวังผลกำไรสร้างคอมพิวเตอร์ในบอร์ดเดียวเพื่อใช้สำหรับการสอนและสำหรับเรียนของนักศึกษาในสาขา Computer Science ซึ่ง Raspberry Pi นั้นมีขนาดเล็กมาก มีความสามารถในการรองรับระบบปฏิบัติการ Linux ที่เรียกว่า Raspbian ที่บรรจุลงใน SD การ์ดสำหรับการพัฒนาไปสู่บอร์ด Embedded Linux ซึ่งจากภาพที่ 13 นั้นจะเห็นส่วนประกอบต่าง ๆ ของบอร์ด Raspberry Pi ที่มีจุดเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุตทั้งผ่านพอร์ต USB, LAN, HDMI, CSI, DSI, AUDIO, ช่องสัญญาณภาพและ GPIO (General Purpose Input Output) สำหรับต่อกับวงจรหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ



ผ่านจุดที่  
ฉากกับ  
เซ็นเซอร์  
ความเร็ว  
ยอมให้มี  
มาจาก  
วัตถุ และ  
จาก  
(ดังแสดง  
2.11)

บอร์ดราส  
รี่พาย

ภาพที่ 2.12 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi

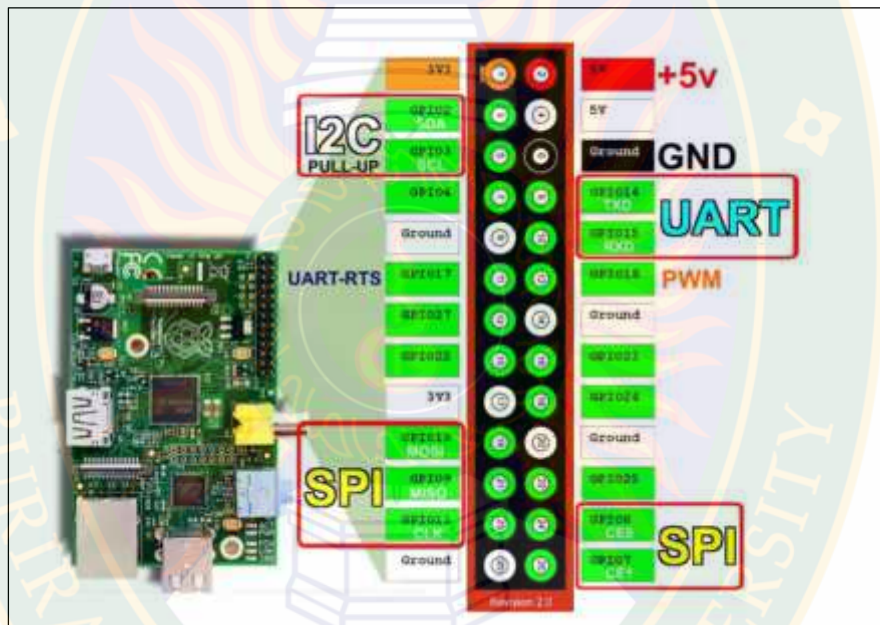
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ Raspberry Pi (วารสาร อารีราษฏร และคณะ, 2558: 182) เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่บรรจุความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยสามารถเชื่อมต่อจอแสดงผล เม้าส์ คีย์บอร์ด และลำโพง ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Linux ซึ่งบรรจุใน SD card นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ต GPIO USB และ LAN เพื่อรับข้อมูลหรือแสดงผลสำหรับการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว พอร์ต GPIO เป็นพอร์ตสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตภายนอก และสามารถเชื่อมต่อได้ทั้งอุปกรณ์อินพุตดิจิทัล และเอาต์พุตดิจิทัล โดยสามารถกำหนดการฟังก์ชันการทำงานได้จากการเขียนโปรแกรม ซึ่งในกรณีที่ต้องการรับค่าสัญญาณอินพุตอนาล็อกหรือรับค่าจากเซนเซอร์จะต้องใช้การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก การเขียนโปรแกรมติดต่อ GPIO ของ Raspberry Pi ด้านไลบรารี Wiring Pi ทำได้ง่ายด้วยการเขียนภาษาซีในรูปแบบคำสั่งคล้ายกับ Arduino ซึ่งจะส่งผลให้นักศึกษาสามารถใช้งาน และฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริงโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ ซึ่งอุปกรณ์ Raspberry Pi ยังมีคุณสมบัติทางเทคนิคดังต่อไปนี้

### 2.3.1 คุณสมบัติทางเทคนิค (ธีรภัทร์ ไกรมะณี. 2556 : 6)

- 2.3.1.1 Chip ควบคุมหลัก Broadcom BCM2835 เทียบเท่าซึ่งรวม CPU, หน่วยประมวลกราฟิก หรือ GPU และหน่วยความจำ SD RAM ไว้ภายในตัวเดียวกัน
  - 2.3.1.2 หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU ARM11 Core ARM1176JZF-S ความเร็ว 700MHz
  - 2.3.1.3 หน่วยประมวลกราฟิกหรือ GPU Broadcom Video core IV หรือเทียบเท่ารองรับการแสดงผลผ่านจอภาพที่ใช้จุดต่อแบบ HDMI
  - 2.3.1.4 หน่วยความจำ SDRAM 512 MB
  - 2.3.1.5 USB 2.0 (2 พอร์ต)
  - 2.3.1.6 เอาต์พุต RCA และ HDMI เอาต์พุตสัญญาณวีดีโอสำหรับต่อกับโทรทัศน์ หรือ จอแสดงผล
  - 2.3.1.7 เอาต์พุตเสียง แจ็คหูฟังขนาด 3.5 มิลลิเมตร
  - 2.3.1.8 พอร์ต Ethernet หรือ LAN
  - 2.3.1.9 พอร์ตอินพุต – เอาต์พุต GPIO (General Purpose Input/Output) ที่มีขาต่อแบบบัส SPI(Serial Peripheral Interface Bus), I2C, I2S
  - 2.3.1.10 ขาสัญญาณรับส่งข้อมูลอนุกรม หรือ UART
  - 2.3.1.11 Socket ของ SD การ์ด
  - 2.3.1.12 ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ 700 มิลลิแอมป์
  - 2.3.1.13 ขนาด 85.60 x 53.93 มิลลิเมตร
- ### 2.3.2 จุดเชื่อมต่อแบบ GPO

Raspberry Pi สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ผ่าน GPIO (General Purpose Input Output) ซึ่งประกอบด้วย UART, SPI, PWM, I2C และอื่น ๆ เพื่อใช้ในการควบคุม

และสื่อสารกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งพอร์ต GPIO เป็นพอร์ตพอร์ตอินพุต – เอาต์พุต  
 อนุกรมประสงค์ สามารถนำไปใช้งานได้ 21 ขา (ในเวอร์ชัน Rev.2 512MB) จึงสามารถเชื่อมต่อกับ  
 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้หลากหลายชนิดด้วยกัน รวมทั้งมีพอร์ตสำหรับจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์  
 อิเล็กทรอนิกส์ด้วย ซึ่งมีทั้งขนาด 3V, 5V และกราวด์ ซึ่งได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.13



#### 2.4 เซลล์แสงอาทิตย์(Solar Cell)

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็น  
 อุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน  
 ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลก มาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่น  
 บางบริสุทธิ์และทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่  
 เรียกว่า โฟตอน (Proton) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมี  
 พลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ  
 ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้นเมื่อพิจารณาลักษณะการผลิต  
 ไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าที่สูงที่สุดใน

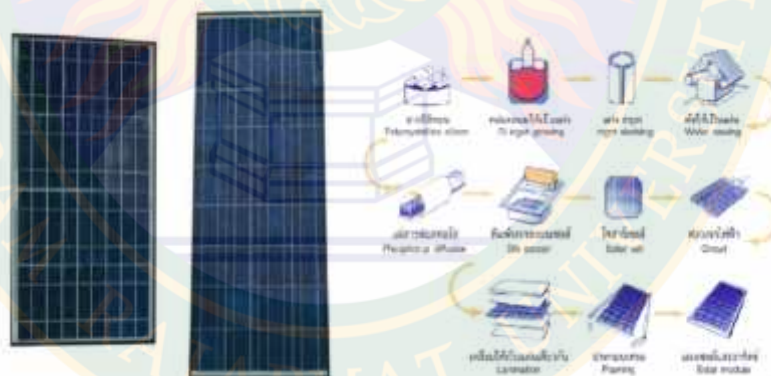
ช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้าเพื่อแก้ไข  
ปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน (สิตาวีร์ ระมิงค์วงศ์ และคณะ. 2557: 5)

#### 2.4.1 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ (อิติพงษ์ ชูคง และคณะ. 2554: 7)

เซลล์แสงอาทิตย์แบ่งตามโครงสร้างได้ 2 กลุ่ม คือ ผลึกซิลิคอน (Crystalline silicon) และฟิล์มบาง (Thin Layer Cells หรือ Thin Film Cells) กลุ่มผลึกซิลิคอนใช้สารตัวนำซิลิคอนเป็นวัสดุหลังในการผลิต แบ่งออกเป็นสองชนิด คือ ชนิดผลึกเดี่ยว (Monocrystalline Cells) และชนิดหลายผลึก (Polycrystalline Cells) ซึ่งเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูง และราคาสูงด้วย ส่วนกลุ่มฟิล์มบางมาจากสารกึ่งตัวนำหลากหลายชนิด ให้คุณสมบัติที่ต่างกัน การผลิตโดยการฉีดสารกึ่งตัวนำบางชนิดลงไปบนกระจก หรือวัสดุอื่นทำให้ต้นทุนต่ำลง เช่น อะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Cells) หรือคอปเปอร์ อินเดียม ได เซลาไนด์ (Copper Indium Diselenide (CIS)) หรือแคดเมียม เทลลูไรด์ (Cadmium Telluride (CdTe)) ซึ่งจะมีความหนาเพียง 0.001 มิลลิเมตร (millimeters) เท่านั้น ซึ่งบางมาก จึงเรียกว่าชนิดฟิล์มบาง เซลล์แสงอาทิตย์ ในกลุ่มนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำและมีราคาที่สูงกว่า ส่วนเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดไฮบริดจ์ (Hybrid Cells (HIT)) เป็นชนิดที่ใช้เทคโนโลยีของทั้งสองกลุ่มแรกผสมผสานกันเพื่อผลิตเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ก็มีราคาสูงที่สุดเช่นเดียวกัน

##### 2.4.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตอลไลน์

เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystal) เซลล์ชนิดนี้ทำมาจากซิลิคอน แต่ละเซลล์มีรูปร่างที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ แบบสี่เหลี่ยม แบบวงกลม และแบบกึ่งวงกลม ขนาดของเซลล์มี 3 ขนาด ได้แก่ 4 นิ้ว 5 นิ้ว และ 6 นิ้ว ความหนาของแผ่นเซลล์ 0.2 - 0.3 มิลลิเมตร สิ้นน้ำเงินเข้ม หรือสีเทาเข้ม มีประสิทธิภาพ 15 - 18 เปอร์เซ็นต์

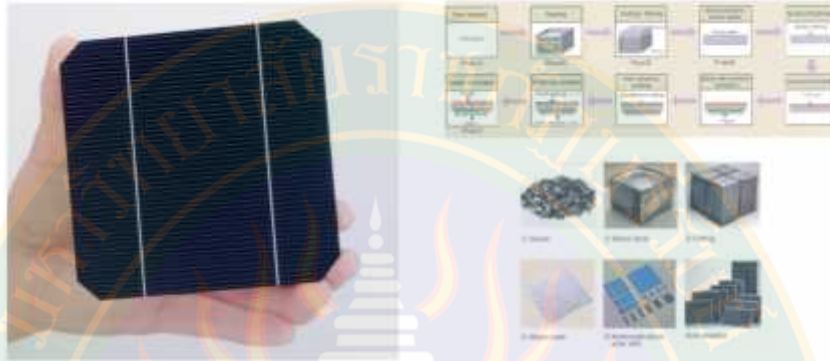


ภาพที่ 2.14 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตอลไลน์

##### 2.4.1.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตอลไลน์

โซลาร์เซลล์ชนิดนี้มีชื่อเรียกย่อว่า แบบผลึกผสม (Polycrystalline Silicon) ทำจากซิลิคอนโดยการ สร้างผลึกผสมและเทลงในแบบหล่อแท่งสี่เหลี่ยม เมื่อหล่อผลึกเสร็จแล้ว จึงนำก้อนผลิตมาตัดเป็นแผ่น บาง ๆ มีความหนาประมาณ 0.24 - 0.3 มิลลิเมตร มีขนาด 6-8 นิ้ว ยังมี

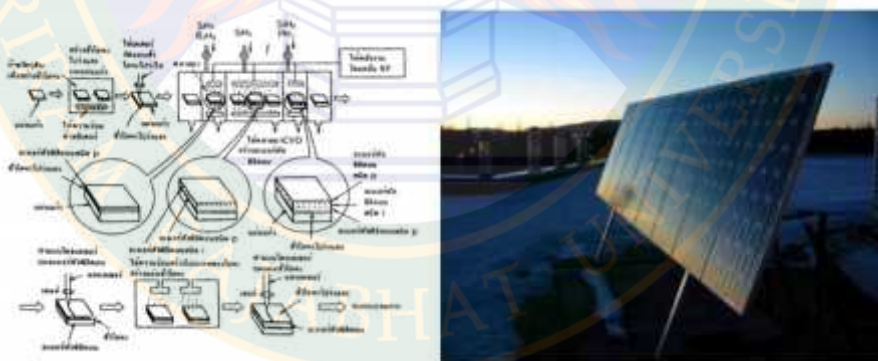
ความใหญ่ ราคา ยิ่งถูกลง ประสิทธิภาพของเซลล์ชนิดโพลีคริสตอลไลน์ ระหว่าง 13-16 เปอร์เซ็นต์ สีของผลิตภัณฑ์จะเป็นสีผสมกัน ระหว่างสีน้ำเงิน และสีเทา รูปร่างของเซลล์จะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม



ภาพที่ 2.15 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตอลไลน์

#### 2.4.1.3 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน

โซลาร์เซลล์ชนิดนี้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เซลล์แบบซิลิคอนแบบอสัณฐาน หรือเรียกว่าแบบอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon) เซลล์ชนิดนี้ต่างจากผลึกซิลิคอนและผลึกผสม ใช้การสร้างแผ่นฟิล์มบางๆ ของซิลิคอนลงบนแผ่นกระจก แผ่นสแตนเลสหรือแผ่นพลาสติก ก็จะได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามต้องการ เซลล์แสงอาทิตย์แบบนี้มีข้อด้อย คือประสิทธิภาพต่ำ อยู่ระหว่าง 5 - 8 เปอร์เซ็นต์ ขนาดมาตรฐานสูงสุดไม่เกิน  $0.79 \times 2.44$  ตารางเมตร ความหนาของแผ่นฐาน (กระจก, พลาสติก) 1-3 มิลลิเมตร ความหนาของฟิล์มซิลิคอน 0.003 มิลลิเมตร ( 0.3 ไมโครเมตร) สีของเซลล์จะเป็นสีแดงเข้ม น้ำตาล หรือน้ำเงินอมม่วง



ภาพที่ 2.16 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน

#### 2.4.1.4 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนต์

เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่อยู่ในกลุ่มฟิล์มบาง (Thin Film) เช่นเดียวกับกับแบบอะมอร์ฟัสซิลิคอน เรียกกันว่าเซลล์แบบ CIS แต่ไม่ได้ใช้ซิลิคอนเหมือนกับอะมอร์ฟัสซิลิคอน แต่ใช้คอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนต์ (CISX) แทนทำให้มีราคาสูงกว่า และให้ประสิทธิภาพสูงกว่า

ด้วยเช่นกัน เซลล์แบบ CIS นี้ มีประสิทธิภาพ 9-11 เปอร์เซ็นต์และเนื่องจากเป็นชนิดฟิล์มบางซึ่งนำไปเคลือบบนพลาสติกหรือวัสดุที่โค้ง

#### 2.4.1.5 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์

เซลล์ชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มฟิล์มบางเช่นกันแต่ใช้สารกึ่งตัวนำผสมชื่อแคดเมียมเทลลูไรด์แทนซิลิคอนทำให้มีราคาแพงกว่าอะมอร์ฟัสซิลิคอน และให้ประสิทธิภาพสูงประมาณ 7-8.5 เปอร์เซ็นต์ ขนาดของเซลล์มาตรฐาน  $1.2 \times 0.6$  ตารางเมตร ความหนาของฟิล์มแคดเมียมเทลลูไรด์ประมาณ 0.005 มิลลิเมตร จะมี สีเขียวเข้มจนถึงเกือบดำ

#### 2.4.1.6 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดไฮบริดจ์

เซลล์ชนิดผสมผสาน ใช้ผลิตผสมกันระหว่างแบบผลึกและแบบฟิล์มบาง โดยใช้ผลึกซิลิคอน นำมาตัดเป็นแผ่นบางๆ เหมือนชนิดผลึกเดี่ยว และสร้างชั้นฟิล์มบางของอะมอร์ฟัสซิลิคอนเคลือบทั้งด้านบนและด้านล่างของแผ่นผลึก ทำให้ได้เซลล์ชนิดผสมผสานขึ้นมา และมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ประมาณ 18.5 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของเซลล์ชนิดนี้เป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่ด้าน มีขนาด  $10.4 \times 10.4$  ตารางเซนติเมตร และ  $12.5 \times 12.5$  ตารางเซนติเมตร มีความหนาประมาณ 0.2 มิลลิเมตร จะมีสีน้ำเงินเข้มจนดำ เมื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์มาประกอบเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) จะมีโครงกรอบอะลูมิเนียม และปิดชั้นหน้าด้วยกระจกที่เคลือบสารป้องกันการสะท้อนของแสงอาทิตย์เพื่อให้นำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกในการขนย้ายและติดตั้ง

#### 2.4.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส (A.C. Single Phase)

เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหลักการคือ แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยไฟฟ้าที่ใช้เป็นกระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิ้ลเฟสมอเตอร์ มีหลายชนิดดังนี้

##### 2.4.2.1 สปริตเฟสมอเตอร์

สปริตเฟสมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก โดยทั่วไปมีขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า

##### 2.4.2.2 คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)

เนื่องจากสปริตเฟสมอเตอร์ที่มีค่าแรงบิดเริ่มต้นต่ำ จึงได้มีการออกแบบปรับปรุงแก้ไขโดยใช้การปาซิเตอร์ต่อเข้าในวงจรเป็นคาปาซิเตอร์

##### 2.4.2.3 เซดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded pole motor)

โครงสร้างพื้นฐานของเซดเดดโพลมอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีส่วนหมุน (Rotor) เหมือนกับสปริตเฟสมอเตอร์

##### 2.4.2.4 รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion motor)

โครงสร้างพื้นฐานรีพัลชันมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่มีขดลวดส่วนอยู่กับที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยตรงและขดลวดส่วนหมุนต่อกับคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) และมีแปรงถ่าน (Brush) เป็นตัวต่อลัดวงจรของขดลวดส่วนหมุนที่มุมต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวกำหนดการทำงานของมอเตอร์

#### 2.4.2.5 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)

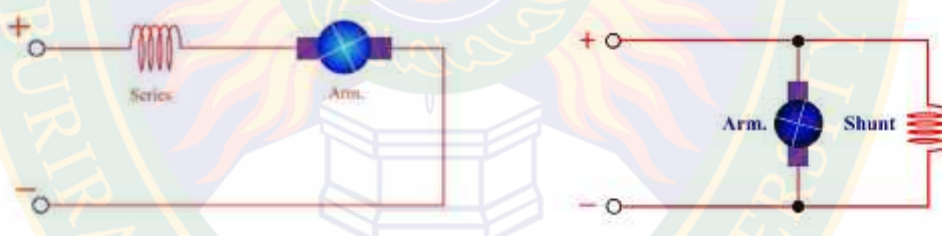
โครงสร้างพื้นฐานยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวขนาดเล็กที่มี โครงสร้างเหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (DC series motor)

#### 2.4.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอยู่ 2 ส่วน คือ ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coils) พันอยู่บนแกนเหล็กชุดอยู่กับที่ซึ่งเป็นขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ และขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) พันอยู่ในร่องของโรเตอร์ ในขณะที่มอเตอร์ทำงานอาร์เมเจอร์จะหมุนโดยมีแปรงถ่าน ทำหน้าที่จ่ายกระแสให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ผ่านคอมมิวเตเตอร์ (Commutators) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งตามลักษณะการต่อวงจรขดลวดสนามแม่เหล็ก และขดลวดอาร์เมเจอร์ได้ ดังนี้ (จิระเดช ปัญญาเพชร และคณะ. 2557: 3)

2.4.3.1 มอเตอร์ต่อแบบอนุกรม (Series Motor) มอเตอร์แบบอนุกรม คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ มีคุณลักษณะที่ดี ให้แรงบิดสูง นิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้า รถยกของ เครื่องไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์ อนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมาก แต่ถ้ามีโหลดความเร็วจะตกลงตามโหลด

2.4.3.2 มอเตอร์ต่อแบบขนาน (Shunt Motor) มอเตอร์แบบขนาน คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กขนานกับอาร์เมเจอร์ มอเตอร์แบบขนานมีความเร็วคงที่แรงบิดเริ่มหมุนต่ำจากการที่มีความเร็วรอบคงที่ จึงเหมาะกับการนำไปขับพัดลม เพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่ และเมื่อต้องการเปลี่ยนความเร็วก็สามารถทำได้ง่าย



ภาพที่ 2.17 การต่อมอเตอร์แบบอนุกรมและแบบขนาน

2.4.3.3 การมอเตอร์ต่อแบบผสม (Compound Motor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้นำเอาคุณสมบัติเด่นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน คือความเร็วรอบที่คงที่และ แบบอนุกรมคือแรงบิดหมุนสูงมารวมกัน มอเตอร์แบบผสมที่มีแรงบิดสูง (High Torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดถึงมีโหลดเต็มที่ มอเตอร์แบบผสมมีขดลวดสนามแม่เหล็ก 2 ชุด มีการต่อ 2 วิธี

1) ขดลวดสนามแม่เหล็กขนานกับอาร์เมเจอร์แล้วต่อกับขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรม (Short Shunt Compound Motor)

2) เหล็กขนานต่อคร่อมกับขดลวดอาร์เมเจอร์ ต่ออนุกรมกับขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรม (Long Shunt Compound Motor)

#### 2.4.4 แบตเตอรี่ (Battery)



แบตเตอรี่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Solution) แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลวานิกเพียง 1 เซลล์ หรือมากกว่าก็ได้ แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้าเท่านั้น ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า สามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ (Charge) ได้หลายครั้งและประสิทธิภาพจะไม่เต็ม 100% จะอยู่ที่ประมาณ 80% เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจากการจ่ายประจุแบตเตอรี่นั่นเอง แบตเตอรี่จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและเสียหายได้ง่ายหากดูแลรักษาไม่ดีเพียงพอหรือใช้งานผิดวิธี รวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องด้วยวิธีการใช้ การบำรุงรักษาการประจุและอุณหภูมิ ฯลฯ โดยสามารถจำแนกแบตเตอรี่ออกได้ 2 กลุ่มที่สำคัญ คือ ตามการใช้งานและประเภทของโครงสร้าง (ยศพงษ์ ลออนวล. 2556: 43)

#### 2.4.4.1 แบตเตอรี่ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบตเตอรี่มีหน้าที่สะสมพลังงานที่ผลิตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์และจัดเก็บไว้ใช้ในเวลาที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ผลิตไฟฟ้าหรือเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือเวลากลางคืนหากเปรียบเทียบกับระบบกักเก็บน้ำฝนก็คือถังเก็บน้ำนั่นเอง ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอิสระ (Standalone solar system) ต้องใช้แบตเตอรี่ทั้งสิ้น ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบตเตอรี่หมายถึงอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้เก็บพลังงาน และนำมาใช้ได้ในรูปแบบของไฟฟ้า แบตเตอรี่นั้นประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี เช่น เซลล์กัลวานิก หรือเซลล์เชื้อเพลิง แบตเตอรี่ที่มีใช้ในปัจจุบัน แบ่งตามลักษณะของการทำงานได้เป็น 4 ชนิด คือ แบตเตอรี่ปฐมภูมิ, แบตเตอรี่ทุติยภูมิ, แบตเตอรี่เชิงกล, แบตเตอรี่ผสม

1) แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่มีเมื่อผ่านการใช้งานแล้วไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้หรือที่มักเรียกกันว่า “ถ่าน” มีอยู่หลายชนิด เช่น ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านลิเทียม เป็นต้น แบตเตอรี่แบบนี้มีหลายขนาด ใช้ในวิทยุ นาฬิกา เก็บพลังงานได้สูง อายุการใช้งานสูง แต่เมื่อถูกใช้หมดจะกลายเป็นขยะมลพิษ

2) แบตเตอรี่ทุติยภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่มีเมื่อผ่านการใช้แล้วสามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่ รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ และถ่านรุ่นใหม่ ๆ เป็นต้น แบตเตอรี่ชนิดอัตรกระแสไฟใหม่ได้หรือเซลล์ทุติยภูมิสามารถอัตรกระแสไฟใหม่ได้หลังจากไฟหมดเนื่องจากสารเคมีที่ใช้ทำแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถทำให้กลับไปอยู่ในสภาพเดิมได้โดยการอัตรกระแสไฟเข้าไปใหม่ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้อัดไฟนี้เรียกว่าชาร์จเจอร์ หรือ รีชาร์จเจอร์

3) แบตเตอรี่เชิงกล เป็นแบตเตอรี่ที่มีเมื่อผ่านการใช้แล้วนำกลับมาชาร์จประจุใหม่ได้โดยการเปลี่ยนขั้วอิเล็กโทรด ขั้วลบของแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้วซึ่งทำใหม่การชาร์จประจุอย่างรวดเร็ว

4) แบตเตอรี่ผสม เป็นแบตเตอรี่มีเซลล์ของเชื้อเพลิงผสมอยู่โดยขั้วอิเล็กโทรดข้างหนึ่งเป็นก๊าซและอีกข้างหนึ่งเป็นขั้วของมันเป็นเอง

#### 2.4.4.2 ความสามารถในการจัดเก็บพลังงานความจุของแบตเตอรี่

ในการบรรจุพลังงานเข้าสู่แบตเตอรี่มีหน่วยเป็น แอมแปร์-ชั่วโมง (Ampere-Hour; Ah) พลังงานในแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 125 แอมแปร์-ชั่วโมงเท่ากับ 12 โวลต์ x 125 แอมแปร์

ต่อชั่วโมง หรือ 12 โวลต์ x 125 แอมแปร์ x 3,600 วินาที จะได้เท่ากับ 5.4 เมกกะจูล ถ้าแบตเตอรี่ 125 แอมแปร์ ต่อชั่วโมงเท่ากับว่าแบตเตอรี่จะจ่ายกระแส 1 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 100 ชั่วโมง หรือแบตเตอรี่จ่ายกระแส 12.5 แอมแปร์ อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 ชั่วโมง เช่นเดียวกับ แบตเตอรี่จ่ายกระแส 6.25 แอมแปร์ อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งทั้งหมดนี้จ่ายกระแส เท่ากับ 125 แอมแปร์ต่อชั่วโมงทั้งสิ้น จะเห็นได้ว่าแบตเตอรี่ที่มีความจุเท่ากันอาจมีความเร็วในการจ่ายกระแสต่างกันได้ ดังนั้นการจะทราบความจุของแบตเตอรี่ต้องทราบถึงอัตราการจ่ายกระแสด้วย มักกำหนดเป็นจำนวนชั่วโมงของการจ่ายกระแสเต็มที่ การกำหนดขนาดของแบตเตอรี่สำหรับระบบ เซลล์แสงอาทิตย์นั้นขึ้นอยู่กับความจุของแบตเตอรี่ในการจัดเก็บพลังงาน อัตราการจ่ายประจุสูงสุด อัตราการประจุสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดที่จะนำแบตเตอรี่ไปใช้งาน

## 2.5 การอัดประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

ชาญณรงค์ น้อยบางยาง และคณะ (2556: 34) การนำพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) มาใช้งานไม่นิยมค่าเข้ากับโหลดโดยตรง เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ออกมาจากแผงโซลาร์เซลล์ไม่คงที่เสมอไป ขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีของแสงอาทิตย์ และมักจะเก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ ดังนั้นจึงต้องมีการอัดประจุให้แบตเตอรี่ ซึ่งขนาดแบตเตอรี่ต้องเหมาะสมกับขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ ถ้าแผงโซลาร์เซลล์มีขนาดกำลังไฟฟ้ามากก็อัดประจุแบตเตอรี่ได้มาก ถ้าแผงโซลาร์เซลล์มีขนาดกำลังไฟฟ้าน้อยก็อัดประจุแบตเตอรี่ได้น้อย ด้วยการอัดประจุไฟของแบตเตอรี่มีหลายวิธียกตัวอย่าง เช่น วิธีการใช้กระแสคงที่ วิธีการใช้พัลส์ของกระแส วิธีการใช้กระแสค่าต่ำ ๆ (Trickle Method) วิธีการใช้กระแสใหม่ค่าลดลงเรื่อย ๆ (Taper Current) นอกจากนี้การอัดประจุของแบตเตอรี่ยังสามารถแบ่งเป็นหลายช่วง ดังนี้

2.5.1 ช่วง Soft Start จะเป็นการปรับสภาพแบตเตอรี่เพื่อให้พร้อมกับการอัดประจุ โดยในช่วงนี้กระแสจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสู่กระแสสูงสุดในเวลาประมาณ 2 นาที

2.5.2 ช่วง Fast Charge จะเป็นช่วงหลักของการอัดประจุ โดยค่ากระแสเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง C/2 ถึง 4C (C-Rate คือ หน่วยของอัตราการจ่ายกระแสหรืออัดประจุของแบตเตอรี่) C-Rate จะมีค่าเท่ากับความจุของแบตเตอรี่ในหน่วย มิลลิแอมแปร์ต่อชั่วโมง ตัวอย่าง เช่น แบตเตอรี่มีความจุ 600 มิลลิแอมแปร์-ชั่วโมง อัตราการจ่ายกระแส 0.5 เท่า คือการจ่ายกระแสขนาด 300 มิลลิแอมแปร์ ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเครื่องอัดประจุ เมื่อจบช่วง Fast Charge แบตเตอรี่จะเต็มถึงประมาณ 80-90 %

2.5.3 ช่วง Topping Charge เพื่อเติมประจุให้เต็ม

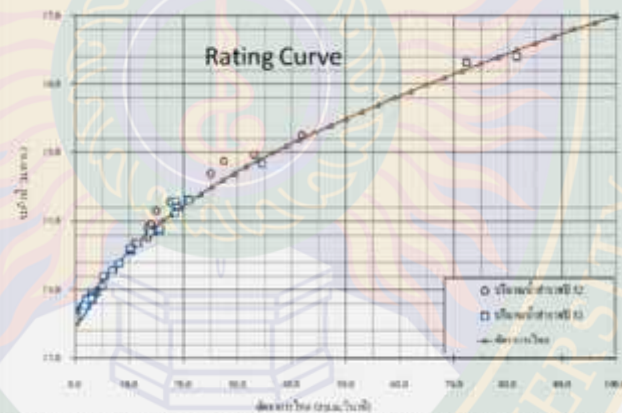
2.5.4 ช่วง Maintenance Charge เพื่อรักษาประจุให้เต็มอยู่เสมอ ในช่วง Maintenance Charge และ Topping Charge นี้กระแสเฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ C/10 และ C/40 ตามลำดับ ทั้งนี้แต่ละช่วงอาจใช้กระแสที่มีค่าไม่คงที่ โดยอาจใช้กระแสที่มีลักษณะเป็นพัลส์ หรือเป็นพัลส์บวกสลับกับพัลส์ลบสั้น ๆ ก็ได้

การตรวจจับว่าแบตเตอรี่ได้รับการอัดประจุจนเต็มแล้ว ก็มีหลายวิธีเช่นกัน การตรวจความเปลี่ยนแปลงของแรงดันของแบตเตอรี่ (Voltage Slope Termination) การตรวจจับอุณหภูมิของตัวแบตเตอรี่ (Temperature Termination) และการจับเวลา (Time Termination) โดยทั่วไปแรงดันและอุณหภูมิของแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วก่อนที่จะประจุจะเต็ม ดังนั้นตัวแปรทั้งสองจึงสามารถ

ใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดประจุเต็มได้ ส่วนการจับเวลามากใช้เป็นวิธีสำรอง เพื่อเป็น Safety Backup เท่านั้น เครื่องอัดประจุไฟโดยทั่วไปมักใช้มากกว่าหนึ่งวิธีเพื่อเพิ่มความแม่นยำ

## 2.6 การวัดระดับน้ำของกรมชลประทาน

วิบูลย์ ศรีวงษา (2556 : 2) โดยทั่วไปวัตถุประสงค์ของการวัดระดับน้ำประการแรก คือ ทำให้ทราบว่ามีน้ำอยู่ในลำน้ำมากหรือน้อย เพียงพอต่อการเพาะปลูก การอุปโภคบริโภคหรือไม่ ประการต่อมา หากการวัดระดับน้ำต้องการ ความละเอียดในการอ่านค่าต้องเทียบระดับน้ำที่เห็นกับแผ่นระดับน้ำที่ติดตั้งไว้บริเวณนั้นเมื่อได้อ่านและจด บันทึก นำไปคำนวณเพื่อหาอัตราการไหลของน้ำผ่านจุดนั้น เช่น การไหลผ่านบานประตูทด – ระบายน้ำ หรือการหาค่าปริมาตรเก็บกักน้ำหรือพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำ เช่น อ่างเก็บกักน้ำ โดยใช้ค่าระดับน้ำที่อ่านได้ที่ผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำ แล้วนำไปเทียบกับ Capacity curve ของอ่างเก็บน้ำนั้นได้หรือในกรณีต้องการหาอัตราการไหลในแม่น้ำคลองตรงจุดตรวจวัดที่มีหน้าตัดการไหลตามขวางที่ค่อนข้างคงที่ มีกระแสน้ำไหลราบเรียบ อย่างสม่ำเสมอทั้งหน้าตัดและไม่ได้รับผลกระทบจากการควบคุมการไหลเนื่องจากอาคารทางด้านเหนือ-ท้ายน้ำ สามารถนำระดับน้ำที่วัดได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำ (ภาพที่ 2.18) หรือที่เรียกว่า Rating Curve ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการจัดการน้ำเพราะในครั้งต่อไปเมื่ออ่านค่าระดับน้ำที่จุดตรวจวัดแล้วสามารถนำค่าที่ได้ไปหาค่าอัตราการไหลของน้ำโดยใช้ Rating Curve



ภาพที่ 2.18 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำ (Rating Curve)

### 2.6.1 วิธีการวัดระดับน้ำ

การวัดระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ แม่น้ำคลอง ฯลฯ นิยมตรวจวัดโดยเทียบกับระดับอ้างอิงที่ใดที่หนึ่ง เช่น ระดับน้ำทะเลปานกลาง หรือเทียบกับระดับท้องน้ำซึ่งระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) หรือ ร.ท.ก. เป็นค่าการวัดระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด (High Tide: HT) และลงต่ำสุด (Low Tide: LT) ของแต่ละวันในช่วงระยะเวลาที่กำหนด แล้วนำค่ามาเฉลี่ยเป็นระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งระดับน้ำทะเลปานกลางของแต่ละบริเวณทั่วโลกอาจจะมีค่าสูงไม่เท่ากันในประเทศไทยใช้เวลาในการวัด 5 ปี โดยเลือกที่ตำบลเกาะหลัก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็นที่วัด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นค่าระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.000 เมตร สำหรับวิธีการวัดระดับน้ำที่นิยมใช้กันมี 3 วิธี ได้แก่

2.6.1.1 การวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง คือการติดตั้งแผนวัดระดับน้ำ (ภาพที่ 10) ที่มีขีดบอกระดับน้ำใช้อ่านระดับน้ำวันละ 1-2 ครั้งหรือตามต้องการ การวัดระดับน้ำแบบนี้ไม่ได้ใช้เทคโนโลยีมากมายนักมีใช้กันมายาวนานและยังคงใช้อยู่จนถึงปัจจุบัน

2.6.1.2 การวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือวัด มีลักษณะเป็นลูกลอยต่อพ่วงกับ อุปกรณ์เขียนกระดาษกราฟ (ภาพที่11) มีช่วงการบันทึกได้อย่างต่อเนื่องราว ๆ 1 สัปดาห์ จากนั้นต้องเปลี่ยนกระดาษกราฟแผ่นใหม่ เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบนี้มีใช้ในกรมชลประทานนานมากกว่า 60 ปี และปัจจุบันสถานีวัดระดับน้ำหลายแห่งก็ยังคงมีใช้งานอยู่ แต่อาจมีการปรับปรุงเพิ่มเติมอุปกรณ์บันทึกข้อมูล แบบอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า data logger ทำให้การเข้าถึงข้อมูลระดับน้ำมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น

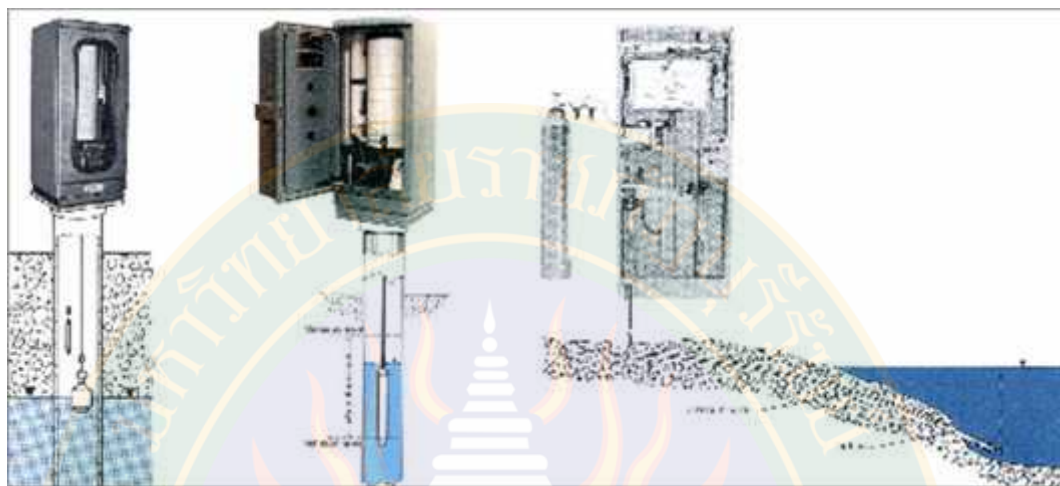
2.6.1.3 การวัดระดับน้ำด้วยระบบโทรมาตร จัดเก็บบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติในระยะไกล เป็นวิธีที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อการตรวจวัดระดับน้ำปริมาณฝนตก หรือค่าตัวแปรอื่น ๆ สำหรับงานชลประทาน

## 2.6.2 การวัดระดับน้ำด้วยระบบโทรมาตร

กรมชลประทานได้นำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้ตรวจวัด (ระดับน้ำปริมาณฝนตก และค่าตัวแปรอื่น ๆ เพื่องานชลประทาน) การจัดเก็บข้อมูลและการควบคุมการไหลของน้ำในระยะไกล คือระบบ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) ระบบ SCADA มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ศูนย์ควบคุมกลาง (Master Station) สถานีลูกข่ายภาคสนาม (Slave Station) ที่มีหลายๆ แห่งทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลที่ตรวจวัดในระยะไกลแบบอัตโนมัติ ณ เวลาจริง (Real Time) และเจ้าหน้าที่สามารถควบคุมการปรับบานประตูทด-ระบายน้ำ, เปิด-ปิดวาล์วน้ำหรือเปิด-ปิดเครื่องสูบน้ำในระยะไกลผ่านเครือข่ายสื่อสารซึ่งมีทั้งระบบใช้สายสัญญาณหรือไร้สาย เช่น ใช้คลื่นวิทยุใช้ระบบ GPRS ระบบดาวเทียม ฯลฯ นอกจากนี้ยังได้นำระบบโทรมาตรเพื่อการพยากรณ์น้ำและเตือนภัยลุ่มน้ำมาติดตั้งใช้งาน โดยการทำงานของระบบโทรมาตรนี้มีเพียงการตรวจวัดข้อมูลและส่งข้อมูลมาที่ศูนย์รวบรวมบันทึกข้อมูลในระยะไกลแบบอัตโนมัติ ณ เวลาจริง (Real Time) ข้อมูลที่ตรวจวัดสำหรับงานชลประทานประกอบด้วย การวัดระดับน้ำปริมาณน้ำฝน ระยะเปิดบานประตูทด-ระบายน้ำ คุณภาพน้ำ และข้อมูลอากาศเพื่อการเกษตร



ภาพที่ 2.19 การวัดระดับน้ำด้วยแผ่นวัดระดับน้ำ



ภาพที่ 2.20 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอย



ตัวอย่างข้อมูลการตรวจวัดจากระบบโทรมาตรที่บันทึกไว้ที่ระบบฐานข้อมูลได้นำไปใช้สำหรับการบริหารจัดการน้ำมีดังนี้

2.6.2.1 ใช้เป็นข้อมูลสำหรับส่งให้โปรแกรมประเภทแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์น้ำ เพื่อประมวลผลโดยการนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงเวลาที่กำหนด โปรแกรมจะทำงานแบบอัตโนมัติซึ่งผลลัพธ์จากแบบจำลองใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ

2.6.2.2 การพยากรณ์น้ำฝน-น้ำท่า ล่วงหน้าโดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลโทรมาตรร่วมกับข้อมูลฝน พยากรณ์จากกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า 3-7 วัน หรือมากกว่า

2.6.2.3 การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์น้ำของลุ่มน้ำเพื่อช่วยตัดสินใจในการจัดการน้ำ โดยกำหนดจุดนำเข้าข้อมูล วางโครงข่ายการตรวจวัดข้อมูลให้สอดคล้องกับลักษณะการนำเข้าข้อมูลโดย แบบจำลองดังกล่าวได้รับการพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง

2.6.2.4 ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาแบบจำลองทางอุทกวิทยาและคุณภาพน้ำ

2.6.2.5 เพื่อการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า การสอบเทียบแบบจำลองการไหลของน้ำในลำน้ำ

2.6.2.6 เพื่อการสอบเทียบแบบจำลองคาดการณ์น้ำท่วม เพื่อการจัดการน้ำและเตือนภัยทางน้ำ

2.6.2.7 ใช้เป็นข้อมูลสำหรับแบบจำลองประเมินผลการบริหารจัดการน้ำทั้งช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

จากข้อมูลการจัดการและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อการพยากรณ์น้ำและเตือนภัยลุ่มน้ำของกรมชลประทานเริ่มตั้งแต่ปี 2541 ถึง ปี 2556 ได้ติดตั้งสถานีลูกข่ายภาคสนามครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 23 ลุ่มน้ำ(ยังไม่ได้ติดตั้งที่ลุ่มน้ำสาละวิน และลุ่มน้ำโตนเลสาบ) ทั้งที่ดำเนินการเสร็จแล้ว 18 โครงการ มีจำนวน 305 สถานี และกำลังดำเนินการ 19 โครงการ มีจำนวน 406 สถานี รวมที่กล่าวแล้วทั้งสิ้น 37 โครงการ รวมจำนวน 711 สถานี นอกจากนี้ยังมีสถานีโทรมาตรขนาดเล็ก (low-cost telemetry) ที่ติดตั้งไว้เพื่อเฝ้าติดตามสถานการณ์น้ำฝน-น้ำท่า ในลุ่มน้ำต่าง ๆ ทั่วประเทศอีกประมาณ 400 สถานี โดยโครงการติดตั้งระบบโทรมาตรที่กล่าวแล้วมีสถานีแม่ข่ายหลักตั้งอยู่ที่อาคารอำนวยการชั้น 2 กรมชลประทานสามเสน กรุงเทพมหานคร

## 2.7 เครื่องมือในการการออกแบบและการพัฒนาระบบ

การพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลสระบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการออกแบบและการพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

### 2.7.1 ระบบฐานข้อมูล

ในชีวิตประจำวันบุคคลต้องเกี่ยวข้องกับสารสนเทศหลายรูปแบบ ดังนั้นการรวบรวมสารสนเทศเพื่อวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่งแก่ผู้ใช้ให้สามารถนำสารสนเทศมาใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องไปมีการเก็บรวบรวมใหม่ทุกครั้งเมื่อต้องการใช้ ดังนั้นองค์กรต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญต่อการพัฒนาฐานข้อมูลมากขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้มีการสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาเพื่อเก็บข้อมูลระดับน้ำรายวันที่ได้จากการวัดของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับใช้ประโยชน์ต่อไป ความหมายของฐานข้อมูลและฐานข้อมูลดิจิทัลจากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ มีผู้ให้ความหมาย ดังนี้

ฐานข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นอย่างเป็นระบบ โดยจัดเก็บสารสนเทศไว้ในแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์หรือในซีดีรอม ฐานข้อมูลอาจจะบรรจุข้อมูลทางบรรณานุกรมตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติ จัดเก็บด้วยโครงสร้างของฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถแสวงหาและสืบค้นได้อย่างอัตโนมัติ การเข้าถึงฐานข้อมูลเชิงพาณิชย์โดยทั่วไปจะเข้าถึงโดยทางออนไลน์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (International Encyclopedia of Information and Library Science.1996 : 128)

ฐานข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อเท็จจริง/สารนิเทศในรูปที่อ่านได้ด้วยคอมพิวเตอร์

ประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์หลายแฟ้มที่มีความสัมพันธ์กัน แฟ้มข้อมูลแต่ละแฟ้มประกอบด้วยระเบียบ ซึ่งอาจจะเป็นข้อเท็จจริง (Facts) หรือตัวเลข (Figures) รายการบรรณานุกรม หรือสาระสังเขปเนื้อหาเต็มของบทความ (นงลักษณ์ ไม่น่ายกิจ. 2543: 63)

ฐานข้อมูล หมายถึง แฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบที่เครื่องสามารถอ่านได้ ข้อมูลอาจจะเป็นข้อเท็จจริงหรือตัวเลข บรรณานุกรม หรือสาระสังเขป หรือข้อมูลเนื้อหาเต็มรูป เช่น บทความ สารานุกรม บทความวิชาการหรือรายงานการวิจัย (Harter. 1986: 3-8)

ฐานข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับหัวข้อที่ได้ทำให้เป็นระบบและจัดให้เป็นฐานสำหรับการค้นคืนข้อมูลรวมถึงการสรุปผล และการตัดสินใจ การรวบรวมข้อมูลใด ๆ ก็ตามเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ถึงแม้ว่าจะไม่ได้รวบรวมอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างเป็นระบบ ให้ข้อมูลในรูปแบบบรรณานุกรมสาระสังเขป และบทความฉบับเต็ม สามารถสืบค้นด้วยซีดีรอมออนไลน์ และระบบเครือข่ายได้ตามความต้องการของผู้ใช้ (กิตานันท์ มะลิทอง. 2539: 114)

จากความหมายที่กล่าวถึงฐานข้อมูลดังกล่าวมาแล้วนั้น สามารถสรุปได้ว่าฐานข้อมูล หมายถึง การเก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันอยู่รวมกันและกำหนดรูปแบบการจัดเก็บอย่างเป็นระบบไว้ในฐานข้อมูลเดียวกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องและมีความทันสมัยอยู่เสมอสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการของผู้ใช้

#### 2.7.1.1 ประเภทของฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลมีหลายรูปแบบ สามารถแบ่งประเภทตามลักษณะหรือวิธีการแบ่งต่างๆ กัน OMNI Online database directory แบ่งประเภทของฐานข้อมูลตามลักษณะ 4 วิธีคือ ประเภทข้อมูล ความมุ่งหมาย เป้าหมาย และการแบ่งสารสนเทศ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ (จรณิต แก้วกั้วาล.2545: 28-29)

1) แบ่งตามประเภทข้อมูล สามารถแบ่งได้ตามลักษณะของสารสนเทศที่มีการบันทึกไว้ อาจเป็นตัวเลขหรือคำ เป็นคำสั่งหรือรายการอ้างอิงทางบรรณานุกรม ข้อมูลแต่ละประเภทสามารถเรียกใช้ได้แตกต่างกันตามมาตรฐานข้อมูล ฐานข้อมูลอยู่ในสาขาวิชาเดียวกันอาจมีการใช้แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีอยู่

2) แบ่งตามความมุ่งหมาย ได้แก่ ฐานข้อมูลอ้างอิงผู้ใช้ และฐานข้อมูลต้นแหล่ง

3) แบ่งตามเป้าหมายวิธีการแบ่งประเภทฐานข้อมูลวิธีนี้คือ เป้าหมายของฐานข้อมูลนั้นคำนึงถึงว่าทำไมจึงสร้างฐานข้อมูลนั้นขึ้นมาจะให้ใครเป็นผู้ใช้ฐานข้อมูลในสาขาวิชาเดียวกันอาจจะมีเป้าหมายต่างกันซึ่งแบ่ง ได้ดังนี้ ฐานข้อมูลเพื่อใช้แก้ปัญหา ฐานข้อมูลสาขาวิชา และฐานข้อมูลรวมแหล่ง

4) แบ่งตามการแบ่งภาคสารสนเทศเป็นวิธีที่ชัดเจนที่สุดในการจัดประเภทฐานข้อมูล คือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ธุรกิจและการเงิน มนุษยศาสตร์และสารสนเทศทั่วไปโดยแบ่งฐานข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ ฐานข้อมูลอ้างอิง และฐานข้อมูลต้นแหล่ง

#### 2.7.1.2 โครงสร้างของฐานข้อมูล

โครงสร้างของฐานข้อมูล หมายถึง ลักษณะหรือโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งตามภาพโครงสร้างข้อมูลที่ผู้ใช้มองเห็นได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

1) ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical model) เป็นการจัดกลุ่มและรวม

ทะเบียนข้อมูลที่สัมพันธ์กันเป็นกลุ่ม ๆ แต่ละกลุ่มสัมพันธ์กันโดยรายการโยง ซึ่งจะโยงระหว่าง 2 ทะเบียนแต่ละทะเบียนประกอบด้วยเขตข้อมูลหรือลักษณะประจำตัวต่าง ๆ ซึ่งแต่ละเขตข้อมูลจะเก็บค่าข้อมูลเพียงค่าเดียว การจัดเก็บข้อมูลลักษณะนี้เรียกว่า โครงสร้างรูปต้นไม้ โดยมีทะเบียนที่อยู่แถวบนเรียกว่า ทะเบียนพ่อแม่ ทะเบียนในแถวถัดลงมาเรียกว่า ทะเบียนลูก หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าทะเบียนพ่อแม่ สามารถมีลูกทะเบียนได้หลายทะเบียน แต่ละทะเบียนลูกมีทะเบียนพ่อแม่ได้เพียงหนึ่งทะเบียน หรืออาจเรียกว่าความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหลาย One-to-many เหมาะสำหรับคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ มีข้อจำกัดคือ ผู้ใช้ฐานข้อมูลต้องทราบโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล โครงสร้างฐานข้อมูลไม่สามารถรองรับความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลาย (Many-to-many) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกระทำได้ยาก ไม่มีการกำหนดรูปแบบที่เป็นมาตรฐานให้กับโครงสร้างฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นเป็นโครงสร้างที่ไม่นิยมใช้

2) ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network model) ระบบฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะมีโครงสร้างของข้อมูลโดยแต่ละแฟ้มข้อมูลมีความสัมพันธ์คล้ายร่างแห มีลักษณะทางโครงสร้างคล้ายกับโครงสร้างแบบลำดับชั้นมีข้อแตกต่างกันว่าโครงสร้างแบบเครือข่ายสามารถยินยอมให้ระดับชั้นที่อยู่เหนือกว่าจะมีได้หลายแฟ้มข้อมูล ถึงแม้ว่าระดับชั้นถัดลงมาจะมีเพียงแฟ้มข้อมูลเดียว เปรียบเทียบมีความสัมพันธ์แบบลูกจ้ำงกับงานที่ทำโดยงานชิ้นหนึ่งอาจทำโดยลูกจ้ำงหลายคน (M ต่อ N) ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะทำได้สะดวกในการค้นหามากกว่าลักษณะฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น เพราะไม่ต้องไปเริ่มค้นหาตั้งแต่ข้อมูลต้นกำเนิดโดยทางเดียว

3) ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational model) เป็นฐานข้อมูลที่มีความนิยมใช้กันมาก สามารถใช้งานได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกระดับ ฐานข้อมูลแบบนี้ข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูลถูกเก็บไว้ในรูปของตาราง ภายในตารางจะแบ่งออกเป็นแถว และคอลัมน์แต่ละตารางมีจำนวนแถวได้หลายแถว และจำนวนคอลัมน์ได้หลายคอลัมน์ แถวแต่ละแถวเรียกอีกอย่างว่า เขตข้อมูลหรือฟิลด์ ฐานข้อมูลแบบความสัมพันธ์เป็นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นภายหลังจึงเป็นที่นิยมใช้กันสำหรับออกแบบฐานข้อมูล โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านฐานข้อมูลก็ใช้รูปแบบนี้เช่นกัน

#### 2.7.1.3 ประโยชน์ของระบบจัดการฐานข้อมูล

ในปัจจุบันองค์กรส่วนใหญ่หันมาให้ความสนใจกับระบบฐานข้อมูลกันมาก เนื่องจากระบบฐานข้อมูลมีประโยชน์ดังต่อไปนี้

1) ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล เนื่องจากการใช้งานระบบฐานข้อมูลนั้นต้องมีการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อให้มีความซ้ำซ้อนของข้อมูลน้อยที่สุด จุดประสงค์หลักของการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อการลดความซ้ำซ้อน สาเหตุที่ต้องลดความซ้ำซ้อน เนื่องจากความยากในการปรับปรุงข้อมูลไม่ครบ ทำให้ข้อมูลเกิดความขัดแย้งกันของข้อมูลตามมา และยังเปลืองเนื้อที่การจัดเก็บข้อมูลด้วย เนื่องจากข้อมูลชุดเดียวกันจัดเก็บซ้ำหลายแห่งนั่นเอง ถึงแม้ว่าความซ้ำซ้อนช่วยให้การออกรายงานและตอบคำถามได้เร็วขึ้น แต่ข้อมูลจะเกิดความขัดแย้งกันในกรณีที่ต้องมีการปรับปรุงข้อมูลหลายแห่ง การออกรายงานจะทำได้เร็วเท่าใดนั้น จึงไม่มีความหมายแต่อย่างใด และเหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ปัญหาเรื่องความขัดแย้งกันของข้อมูลแก้ไขไม่ได้ด้วยขณะที่การออกรายงานช้านั้นใช้ความสามารถของฮาร์ดแวร์ช่วยได้



2) รักษาความถูกต้องของข้อมูลเนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลสามารถตรวจสอบกฎบังคับความถูกต้องของข้อมูลให้ได้ โดยนำกฎเหล่านั้นมาไว้ที่ฐานข้อมูลซึ่งถือเป็นหน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูลที่จะจัดการเรื่องความถูกต้องของข้อมูลให้แทน แต่ถ้าเป็นระบบแฟ้มข้อมูลผู้พัฒนาโปรแกรมต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกฎระเบียบและยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและพัฒนาโปรแกรมด้วย เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลจัดการให้ตนเองเนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลสามารถรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลายคนพร้อมกันได้ ดังนั้นความคงสภาพและความถูกต้องของข้อมูลจึงมีความสำคัญมาก และต้องควบคุมให้ดีเนื่องจากผู้ใช้อาจเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดกระทบต่อการใช้ข้อมูลของผู้ใช้ได้ ดังนั้นประโยชน์ของระบบฐานข้อมูลในเรื่องนี้จึงมีความสำคัญมาก

3) ความเป็นอิสระของข้อมูล เนื่องจากมีแนวคิดที่ว่าทำอย่างไรให้โปรแกรมเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูลในปัจจุบันนี้ ถ้าไม่ใช้ระบบฐานข้อมูลการแก้ไขโครงสร้างข้อมูลจะกระทบถึงโปรแกรมด้วยเนื่องจากในการเรียกใช้ข้อมูลที่อยู่ในระบบแฟ้ม ข้อมูลนั้นต้องใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อเรียกใช้ข้อมูลในแฟ้มข้อมูลนั้นโดยเฉพาะ เช่น เมื่อต้องการรายชื่อพนักงานที่มีเงินเดือนมากกว่า 100,000 บาทต่อเดือน โปรแกรมเมอร์ต้องเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลพนักงานและพิมพ์รายงานที่แสดงเฉพาะข้อมูลที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล เช่น ให้มีดัชนี (Index) ตามชื่อพนักงานแทนรหัสพนักงาน ส่งผลให้รายงานที่แสดงรายชื่อพนักงานที่มีเงินเดือนมากกว่า 100,000 บาทต่อเดือนซึ่งแต่เดิมกำหนดให้เรียงตามรหัสพนักงานนั้น ไม่สามารถพิมพ์ได้ ทำให้ต้องมีการแก้ไขโปรแกรมตามโครงสร้างดัชนีที่เปลี่ยนแปลงไป ลักษณะแบบนี้เรียกว่าข้อมูลและโปรแกรมไม่เป็นอิสระต่อกัน สำหรับระบบฐานข้อมูลนั้น ข้อมูลภายในฐานข้อมูลจะเป็นอิสระจากโปรแกรมที่เรียกใช้ (Data Independence) สามารถแก้ไขโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูลได้โดยไม่กระทบต่อโปรแกรมที่เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลเนื่องจากระบบฐานข้อมูลมีระบบจัดการฐานข้อมูลทำหน้าที่แปลงรูป (Mapping) ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ผู้ใช้ต้องการ เนื่องจากในระบบแฟ้มข้อมูลนั้นไม่มีความเป็นอิสระของข้อมูล ดังนั้นระบบฐานข้อมูลได้ถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่อปัญหาด้านความเป็นอิสระของข้อมูลนั้นคือระบบฐานข้อมูลมีการทำงานไม่ขึ้นกับรูปแบบของฮาร์ดแวร์ที่นำมาใช้กับระบบฐานข้อมูล และไม่ขึ้นกับโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูล และมีการใช้ภาษาสอบถามในการติดต่อกับข้อมูลภายในฐานข้อมูล แทนคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ในยุคที่3 ทำให้ผู้ใช้เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยไม่ต้องทราบรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลประเภทหรือขนาดของข้อมูลนั้น ๆ

4) ความปลอดภัยของข้อมูลสูงถ้าหากทุกคนสามารถเรียกดูและเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งหมดได้ อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อข้อมูลได้และข้อมูลบางส่วนอาจเป็นข้อมูลที่ไม่อาจเปิดเผยได้ หรือเป็นข้อมูลเฉพาะของผู้บริหาร หากไม่มีการจัดการความปลอดภัยของข้อมูล ฐานข้อมูลก็ไม่สามารถใช้เก็บข้อมูลบางส่วนได้ ระบบฐานข้อมูล ส่วนใหญ่จะมีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลดังนี้

4.1) มีรหัสผู้ใช้ (User) และรหัสผ่าน (Password) ในการเข้าใช้งานฐานข้อมูล สำหรับผู้ใช้แต่ละคนระบบฐานข้อมูลมีระบบการสอบถามชื่อ พร้อมรหัสผ่านของผู้เข้ามาใช้

ระบบงาน เพื่อให้ทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้องเท่านั้น โดยป้องกันไม่ให้ผู้ที่มิได้รับอนุญาตเข้ามาเห็นหรือแก้ไขข้อมูลในส่วนที่ต้องการปกป้องไว้

4.2) ในระบบฐานข้อมูลสามารถสร้างและจัดการตารางข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล ทั้งการเพิ่มผู้ใช้ ระบุการใช้งานของผู้ใช้ อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเรียกดู เพิ่มเติม ลบและแก้ไขข้อมูล หรือบางส่วนของข้อมูลได้ในตารางที่ได้รับอนุญาต ระบบฐานข้อมูลสามารถกำหนดสิทธิการมองเห็นและการใช้งานของผู้ใช้ต่าง ๆ ตามระดับสิทธิและอำนาจการใช้งานข้อมูลนั้น ๆ

4.3) ในระบบฐานข้อมูล (DBA) สามารถใช้วิว (View) เพื่อประโยชน์ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลได้เป็นอย่างดี โดยการสร้างวิวที่เสมือนเป็นตารางของผู้ใช้จริง และข้อมูลที่ปรากฏในวิวจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานของผู้ใช้เท่านั้นซึ่งจะไม่กระทบกับข้อมูลจริงในฐานข้อมูล

4.4) ระบบฐานข้อมูลจะไม่ยอมให้โปรแกรมใด ๆ เข้าถึงข้อมูลในระดับกายภาพ (Physical) โดยไม่ผ่านระบบการจัดการฐานข้อมูล และถ้าระบบเกิดความเสียหายขึ้นระบบจัดการฐานข้อมูลรับรองได้ว่าข้อมูลที่ยืนยันการทำงานสำเร็จแล้วจะไม่สูญหายและถ้ากลุ่มงานที่ยังไม่สำเร็จนั้นระบบจัดการฐานข้อมูลรับรองได้ว่าข้อมูลเดิมก่อนการทำงานของกลุ่มงานยังไม่สูญหาย

4.5) มีการเข้ารหัสและถอดรหัส (Encryption/Decryption) เพื่อปกปิดข้อมูลแก่ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น มีการเข้ารหัสข้อมูลรหัสผ่าน

5) ใช้ข้อมูลร่วมกันโดยมีการควบคุมจากศูนย์กลาง มีการควบคุมการใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลจากศูนย์กลางระบบฐานข้อมูลสามารถรองรับการทำงานของผู้ใช้หลายคนได้ กล่าวคือระบบฐานข้อมูลจะต้องควบคุมลำดับการทำงานให้เป็นไปอย่างถูกต้อง เช่นขณะที่ผู้ใช้คนหนึ่งกำลังแก้ไขข้อมูลส่วนหนึ่งยังไม่เสร็จ ก็จะไม่อนุญาตให้ผู้ใช้ คนอื่นเข้ามาเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลนั้นได้เนื่องจากข้อมูลที่เข้ามาในระบบฐานข้อมูลจะถูกนำเข้าไปโดยระบบงานระดับปฏิบัติการตามหน่วยงานย่อยขององค์กรซึ่งในแต่ละหน่วยงานจะมีสิทธิในการจัดการข้อมูลไม่เท่ากันระบบฐานข้อมูลจะทำการจัดการว่าหน่วยงานใดใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลในระดับใดบ้าง ใครเป็นผู้นำข้อมูลเข้า ใครมีสิทธิแก้ไขข้อมูล และใครมีสิทธิเพียงเรียกใช้ข้อมูล เพื่อที่จะให้สิทธิที่ถูกต้องบนตารางที่สมควรให้ใช้ ระบบฐานข้อมูลจะบอกรายละเอียดว่าข้อมูลใดถูกจัดเก็บไว้ในตารางชื่ออะไรเมื่อมีคำถามจากผู้บริหารจะสามารถหาข้อมูลเพื่อตอบคำถามได้ทันทีโดยใช้ภาษาฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากคือ SQL ซึ่งสามารถตอบคำถามที่เกิดขึ้นในขณะใดขณะหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลได้ทันทีโดยไม่ต้องเขียนภาษาโปรแกรมอย่าง เช่น โคบอล ซี หรือปาสคาล ซึ่งเสียเวลานานมากจนอาจไม่ทันต่อความต้องการใช้ข้อมูล เพื่อการตัดสินใจของผู้บริหาร เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลนั้นสามารถจัดการให้ผู้ใช้ทำงานพร้อม ๆ กันได้หลายคน ดังนั้นโปรแกรมที่พัฒนาภายใต้การดูแลของระบบจัดการฐานข้อมูล จะสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันในฐานข้อมูลเดียวกัน ระบบฐานข้อมูลจะแบ่งเบาภาระในการพัฒนาระบบงาน ถ้าการพัฒนากระบวนการไม่ใช้ระบบฐานข้อมูล (ใช้ระบบแฟ้มข้อมูล) ผู้พัฒนาโปรแกรมจะต้องจัดการสิ่งเหล่านี้เองทั้งหมด นั่นคือระบบฐานข้อมูลทำให้การใช้ข้อมูลเกิดความเป็นอิสระ ระหว่างการจัดเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้ เพราะส่วนของการจัดเก็บข้อมูลจริงถูกซ่อนจากการใช้งานจริงนั่นเอง

## 2.7.2 โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL

MySQL คือโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System หรือ RDBMS) เรียกว่าง่าย ๆ ก็คือ Database Server สามารถสนับสนุนการทำงานบนระบบปฏิบัติการ Linux หรือ Windows และที่เด่นไปกว่านั้น ตัวโปรแกรม MySQL ยังเป็นของแจกฟรีเพราะเป็นโปรแกรมประเภท Open Source ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ในแบบ GPL (กิตติศักดิ์ เจริญโภคานนท์.2537: 54)

### 2.7.2.1 ความสามารถของโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL

- 1) ระบบจัดการบัญชีผู้ใช้
- 2) สิทธิต่าง ๆ ในการเข้าใช้งานฐานข้อมูล
- 3) ระบบสำรองข้อมูล (Backup)
- 4) ระบบคืนสภาพข้อมูล (Recovery)
- 5) ระบบโอนถ่ายข้อมูลไปยังโปรแกรมฐานข้อมูลตัวอื่นๆ
- 6) จัดเก็บข้อมูลได้หลายชนิดข้อมูล เช่น รูปภาพ ข้อความ ตัวเลข

### 2.7.2.2 การป้องกันความปลอดภัย

ในกรณีที่เราต้องการให้มีการกำหนดผู้มีสิทธิใช้งาน MySQL เพื่อความปลอดภัยในข้อมูล และป้องกันผู้ไม่มีสิทธิทำการแก้ไข

### 2.7.2.3 การสร้างฐานข้อมูลโดยใช้ MySQL

การสร้างฐานข้อมูล (Create Database)  
รูปแบบ

```
CREATE DATABASE [ชื่อฐานข้อมูล];
```

### 2.7.2.4 คำสั่ง MySQL สำหรับการจัดการในเบื้องต้น

คำสั่งแสดงรายชื่อฐานข้อมูล  
รูปแบบ

```
show databases
```

คำสั่งสร้างฐานข้อมูลใหม่  
รูปแบบ

```
create database <ชื่อฐานข้อมูล>
```

คำสั่งเรียกใช้งานฐานข้อมูล

รูปแบบ

```
use <ชื่อฐานข้อมูล>
```

คำสั่งแสดงรายชื่อตารางในฐานข้อมูลที่ถูกเรียกใช้ขณะนั้น

รูปแบบ

```
show tables
```

คำสั่งสร้างตารางใหม่

รูปแบบ

```
CREATE TABLE <ชื่อตาราง> (รายชื่อฟิลด์)
```

คำสั่งเรียกดูโครงสร้างตาราง

รูปแบบ

```
describe <ชื่อตาราง>
```

#### 2.7.2.5 การเปิดการติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL

การสร้าง Connection ในการเปิดการติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL เราจะใช้ฟังก์ชัน Mysql-connect() โดยจะต้องระบุค่าอาร์กิวเมนต์ 3 ตัว คือ “ชื่อ Host”, “ชื่อผู้ใช้”, “รหัสผ่าน”

#### 2.7.2.6 การเลือกฐานข้อมูลมาใช้งาน (Select Database)

หลังจากสร้าง Connection ได้แล้ว เราต้องเลือกฐานข้อมูลที่จะทำงานด้วย โดยการเรียกใช้งานฟังก์ชัน mysql\_select\_db() ซึ่งต้องระบุค่าอาร์กิวเมนต์ 2 ตัว คือ “ชื่อฐานข้อมูล”, “Connection ที่ได้สร้างไว้”

#### 2.7.2.7 การปิดการติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL

การยกเลิกหรือการเปิด Connection ที่ติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL จะใช้ฟังก์ชัน mysql\_close() โดยระบุค่าอาร์กิวเมนต์ 1 ตัว คือ “Connection” ที่ต้องการปิดการติดต่อ

#### 2.7.3 ภาษาเอชทีเอ็มแอล (Hypertext Makeup Language : HTML)

ภาษาเอชทีเอ็มแอล (ภาษา HTML) ซึ่งเป็นรูปแบบของภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมในเว็บเพจ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นข้อความ รูปภาพ และนำผลที่ได้แสดงบนเว็บเบราว์เซอร์ และภาษา HTML มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นเนื้อหาและส่วนที่เป็นคำสั่งหรือข้อความ รูปแบบพื้นฐานโครงสร้างของเอกสารภาษา HTML จะเป็นดังนี้ (รัชชัย ธาริน และคณะ.2544: 6)

<HTML>...</HTML> เป็นคำสั่งเริ่มต้นและสิ้นสุดของเอกสารภาษา HTML

<TITLE>...</TITLE> ใช้กำหนดข้อความในส่วนที่เป็นชื่อเรื่องภายในคำสั่งนี้จะมีคำสั่งย่อยอีกหนึ่งคำสั่ง คือ <TITLE>

<BODY>....</BODY> ส่วนเนื้อหาของโปรแกรมจะเริ่มต้นด้วยคำสั่ง <BODY> และสิ้นสุดด้วย </BODY> ในระหว่าง 2 คำสั่งนี้ จะประกอบด้วยข้อความมากมายที่ต้องการให้แสดงผลบน เบริวเซอร์

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 อธิษฐาน ไกรมะณี (2556 : บทคัดย่อ) ได้การจัดระบบรายงานสภาพแวดล้อมของศูนย์ข้อมูลด้วยบอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) ซึ่งเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ภายในมีระบบปฏิบัติการในรูปแบบเดียวกับลินุกซ์ คือ Raspbian โดยได้นำมาใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT-11 เพื่อรายงานค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และนำมาใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR Motion Sensor เพื่อตรวจสอบการบุกรุกเข้ามาในห้องศูนย์ข้อมูล (Data Center) ของสำนักงานสาขาซึ่งไม่มีเจ้าหน้าที่อยู่ประจำ โดยอุปกรณ์ PIR Motion Sensor นี้ จะทำงานร่วมกับโมดูลกล้องเพื่อทำการถ่ายภาพเมื่อตรวจพบการบุกรุก ซึ่งระบบทั้งหมดจะมีการส่งข้อมูลมาแสดงผลในรูปแบบเว็บเพจ โดยมีเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่สำนักงานใหญ่คอยรับข้อมูลการแจ้งเตือนจากสำนักงานสาขาต่าง ๆ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบได้ทราบถึงสภาพแวดล้อมภายในของห้องศูนย์ข้อมูล รวมทั้งได้ทราบถึงการเข้า – ออกหรือการบุกรุกได้ ระบบรายงานสภาพแวดล้อมของศูนย์ข้อมูลนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่มีความสำคัญและต้องการควบคุมสภาพแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และต้องการรักษาความปลอดภัยเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นอุปกรณ์สารสนเทศของศูนย์ข้อมูลซึ่งมีมูลค่าและความสำคัญขององค์กรได้

2.8.2 ณัฐพล ดวงศรีทอง และคณะ (2557: บทคัดย่อ) นำเสนอการวัดระดับน้ำโดยการใช้บอร์ด Arduino Uno R3 ในการประมวลผลและใช้ Ultrasonic sensor ในการวัดระยะห่างระหว่างผิวน้ำกับ Ultrasonic sensor ส่งคลื่นสัญญาณกระทบกับน้ำแล้วนำกลับมาประมวลผลด้วยบอร์ด Arduino สั่งให้ Relay ทำงาน เพื่อให้ปั้มน้ำทำการสูบน้ำเข้าถังเก็บน้ำ ผลการทดสอบพบว่า การวัดระดับน้ำโดยใช้ Ultrasonic sensor สามารถส่งคลื่นสัญญาณออกไป และรับเอาข้อมูลที่ได้มาส่งให้บอร์ด Arduino ทำการประมวลผลว่าปริมาณน้ำในถังเพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่ เมื่อปริมาณน้ำลดลงต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่ได้ตั้งไว้บอร์ด Arduino จะทำการสั่งให้ Relay ทำงานและเมื่อระดับน้ำขึ้นถึงค่าสูงสุดที่ตั้งไว้ Relay ก็ จะตัดการทำงานของปั้มน้ำ และแสดงผลปริมาณน้ำในถังผ่านทางจอ LCD ตามโปรแกรมที่เขียนไว้ ทำให้สามารถวัดระดับที่มีอยู่ในถังเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.8.3 จิรพงษ์ เอี่ยมจริง และคณะ (2555: บทคัดย่อ) สร้างเครื่องวัดระดับน้ำโดยใช้หลักการสะท้อนคลื่นอัลตราโซนิก เพื่อเป็นชุดสาธิตการวัดระดับน้ำ โดยสามารถวัดระดับน้ำได้จริงพร้อมทั้งแสดงเหตุการณ์จำลองของระบบ หลักการทำงานเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างสัญญาณพัลส์ความถี่ 10 ไมโครวินาที กระตุ้นให้โมดูลอัลตราโซนิกส่งคลื่นความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์ ออกไปกระทบผิวน้ำและเกิดการสะท้อนกลับมายังตัวรับโมดูลอัลตราโซนิก ข้อมูลจากตัวรับจะถูกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งข้อมูลต่อไปยังคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตอนุกรมเพื่อเขียนโปรแกรมแสดงเหตุการณ์จำลองของระบบการวัดระดับน้ำ โดยสามารถควบคุมระดับน้ำได้จากปั้มน้ำ ผลการทดสอบประสิทธิภาพสามารถควบคุมระบบการวัดระดับน้ำและแสดงผลเหตุการณ์จำลองของระบบได้ถูกต้องตั้งแต่ระยะทาง 3-19 เซนติเมตร

2.8.4 สุพรรณษา คัพพะเจริญ และคณะ (2553: บทคัดย่อ) ศึกษาและสร้างเครื่องตรวจวัดและเตือนภัยระดับน้ำด้วยการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล เนื่องจากเครื่องตรวจวัดระดับน้ำที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบเช่น มาตรวัดระดับน้ำ มีราคาสูง ติดตั้งง่าย แต่ไม่อัตโนมัติ แบบอัตโนมัติจะมีราคาสูง ติดตั้งและบำรุงรักษายาก เป็นต้น โครงการนี้จึงเน้นการพัฒนาาระบบตรวจวัดระดับน้ำวิธีการใหม่ที่สามารถติดตั้งได้ง่าย ไม่ซับซ้อนและประหยัดค่าใช้จ่าย โครงการนำนำคอมพิวเตอร์พกพาที่มีขนาดเล็ก ประสิทธิภาพสูง นำมาเชื่อมต่อกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่คุณภาพของภาพดีและราคาถูก นำพัฒนาโปรแกรมเพื่อสร้างระบบตรวจวัดระดับน้ำโดยอาศัยหลักการของการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล การทำงานของเครื่องตรวจวัดระดับน้ำนี้ กล้องถ่ายภาพดิจิทัลจะทำหน้าที่การถ่ายภาพความสูงของแท่งวัดระดับน้ำแล้วนำภาพดังกล่าวไปประมวลผลภาพเชิงดิจิทัลบนคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษา C# เมื่อระดับน้ำมีการลดลงหรือเพิ่มขึ้นผิดปกติจนอาจมีแนวโน้มทำให้เกิดภาวะขาดแคลนน้ำหรือน้ำท่วม เครื่องตรวจวัดจะใช้บริการข้อความสั้นส่งไปยังอุปกรณ์สื่อสารของผู้ดูแลเพื่อเตือนภัยและทำงานแก้ปัญหาเพื่อช่วยลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ทันที่



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินโครงการ

การพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อให้ได้ข้อมูลระดับน้ำรายวัน และข้อมูลระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระดับวิกฤติของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายงานน้ำ สำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึง ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 กรอบแนวคิดการวิจัย
- 3.3 วิธีดำเนินการวิจัย
- 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย ดังนี้

3.1.1 ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน และสภาพปัญหาในการบันทึกข้อมูลระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำผ่านเว็บไซต์โดยใช้บอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) ในการประมวลผลและใช้ Ultrasonic sensor ในการวัดระยะห่างระหว่างผิวน้ำเพื่อให้ได้ค่าระดับน้ำปัจจุบัน

3.1.1.1 ประชากร ในการพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ คือ ข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

3.1.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ นั้นในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะพิจารณาโดยใช้วิธีเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) คือเลือกจากกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้ ความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์ และมีความเกี่ยวข้องต่อการใช้งานระบบที่จะพัฒนาขึ้นโดยตรงนั่นก็คือข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4 ของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) จำนวน 20 คน และข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราว ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำมูลกลาง จำนวน 30 คน

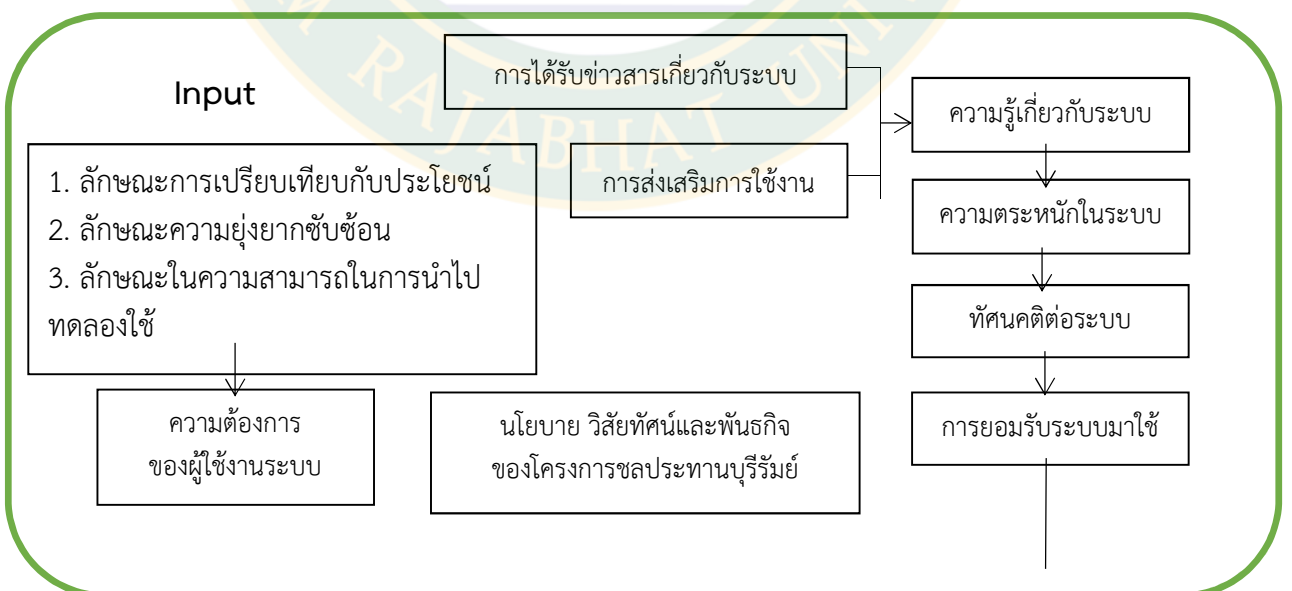
3.1.2 ระยะที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

3.1.2.1 ประชากร ในการพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ คือ ข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

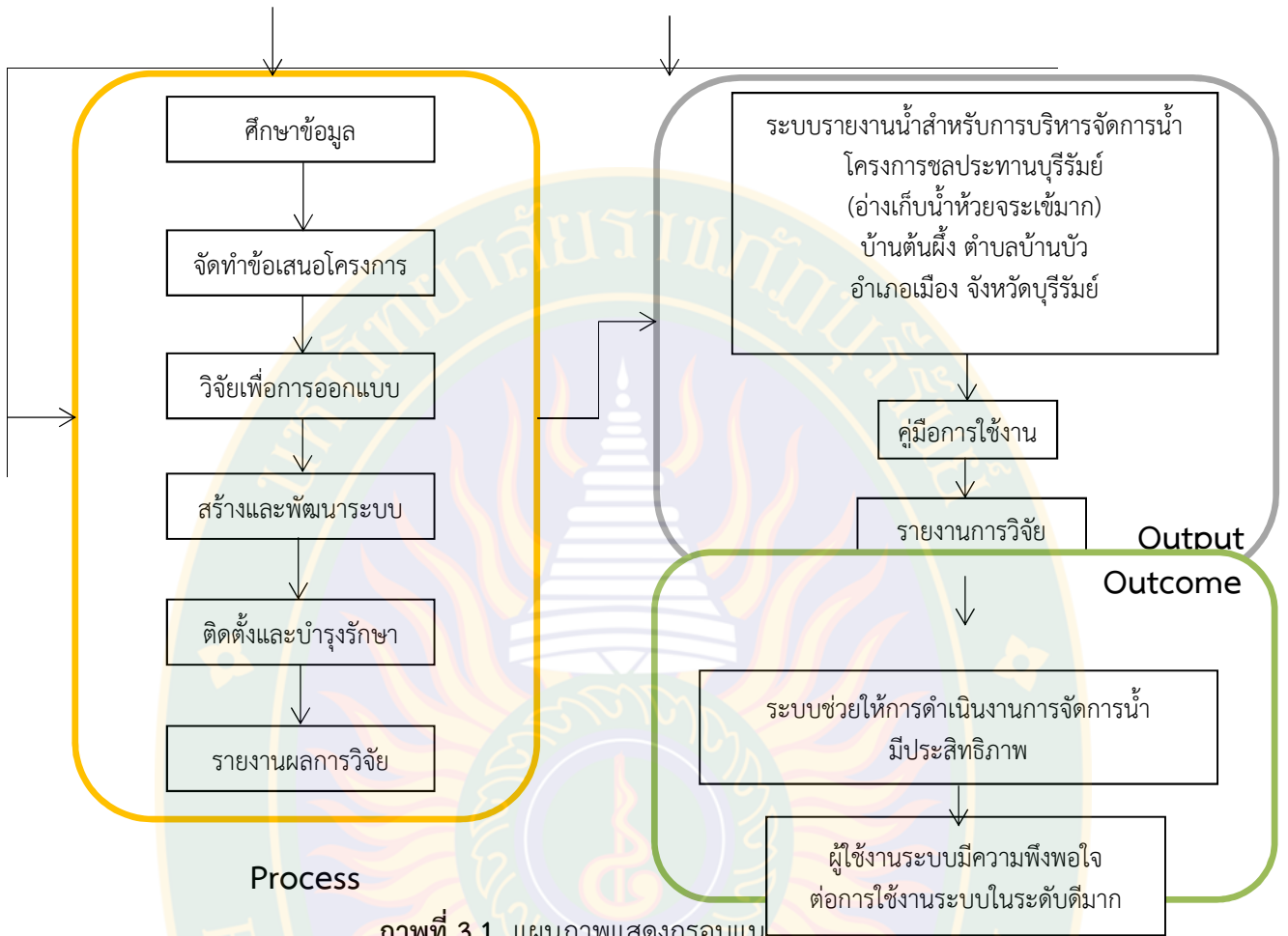
3.1.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ นั้นในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะพิจารณาโดยใช้วิธีเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) คือเลือกจากกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้ ความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์ และมีความเกี่ยวข้องต่อการใช้งานระบบที่จะพัฒนาขึ้นโดยตรงนั่นก็คือข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4 ของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) จำนวน 20 คน และข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราว ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำมูลกลาง จำนวน 30 คน

**3.2 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย**

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ มีกรอบแนวคิดในการดำเนินโครงการวิจัยดังต่อไปนี้



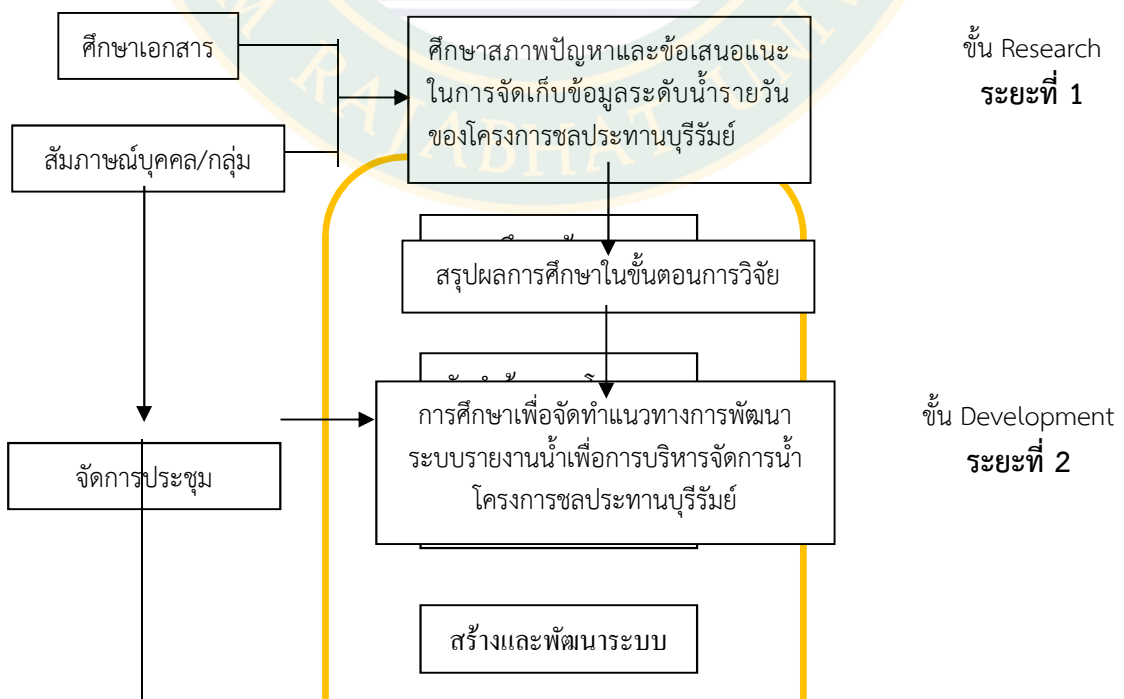


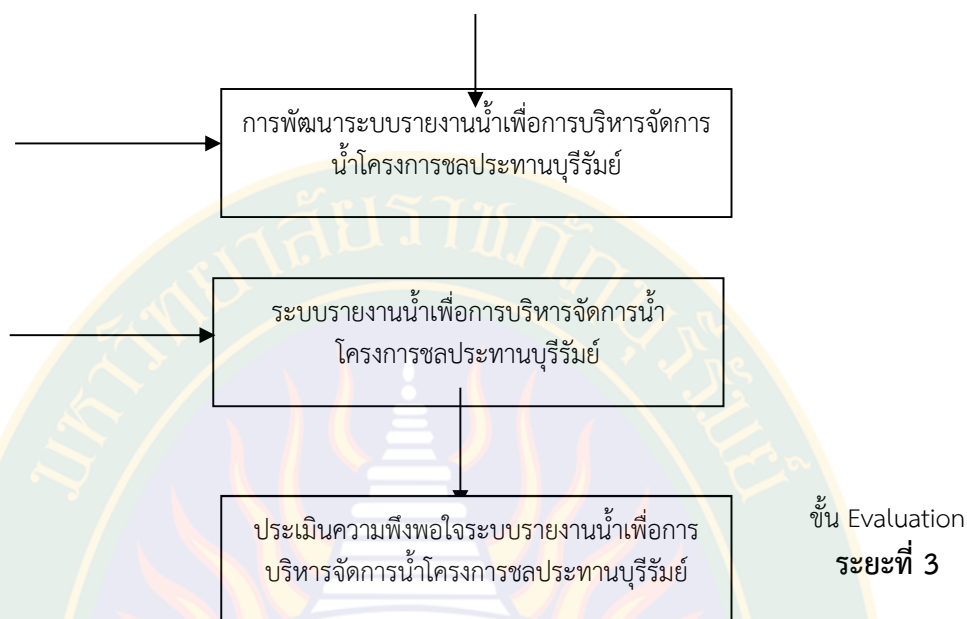


ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงกรอบแนวคิดการผลึกของโครงการวิจัย

### 3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้





ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

### 3.3.1 ระยะที่ 1 (ระยะก่อนทำวิจัย)

ศึกษาข้อมูลหน่วยงาน (นโยบาย วิสัยทัศน์และพันธกิจ) จัดการประชุมหรือสนทนากลุ่มกับผู้ใช้งานระบบ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานเดิม เพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงานเดิม ว่าต้องปรับปรุงอะไรเพิ่มเติม และหาข้อตกลงของความต้องการในระบบงานใหม่ ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาข้อมูลระดับน้ำรายวันที่เก็บและบันทึกในระบบเดิมว่ามีการใช้คุณลักษณะใดบ้างในการเก็บและบันทึกข้อมูล เช่น วัน/เดือน/ปี เวลาที่บันทึกข้อมูล ระดับน้ำ ณ เวลาที่บันทึก ชื่อผู้บันทึก ระดับน้ำวิกฤติที่กำหนดไว้ที่จุดสูงและต่ำสุด เป็นต้น

3.3.1.2 ศึกษาข้อมูลหน่วยงาน (นโยบาย วิสัยทัศน์และพันธกิจ) ของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

3.3.1.3 จัดการประชุมหรือสนทนากลุ่มกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบและผู้ที่ใช้ระบบโดยตรง เพื่อให้บุคคลเหล่านั้นได้เล่าถึงการทำงานของระบบงานเดิม และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบงานเดิม เพื่อหาจุดบกพร่องที่ต้องแก้ไข และเสนอแนวคิด/ความต้องการการเกี่ยวกับระบบงานใหม่ที่ต้องการให้ผู้วิจัยพัฒนา

3.3.1.4 ผู้วิจัยศึกษา ทบทวนงานเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบงานที่ผู้ใช้ต้องการ และวิเคราะห์สภาพปัญหาของความต้องการของผู้ใช้

3.3.1.5 ประชุมสร้างความเข้าใจในเรื่องระยะเวลา ขั้นตอนการวิจัย งบประมาณ และบุคลากรในการพัฒนาระบบ

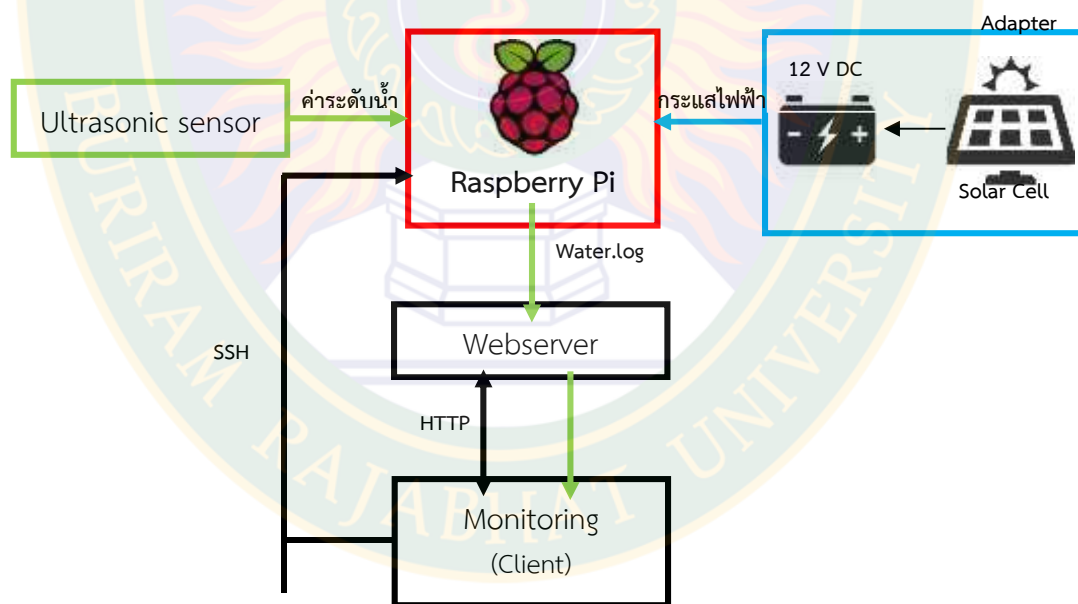
### 3.3.2 ระยะที่ 2 (ระยะทำการวิจัย)

การพัฒนาและใช้ระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบในระยะก่อนทำวิจัย เมื่อพัฒนาแล้วเสร็จดำเนินการจัดโครงการอบรมการใช้งานระบบให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบ คณะผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.3.2.1 ออกแบบระบบงานให้ตรงตามความต้องการของผู้ที่ใช้งาน โดยยึดตามความต้องการที่เก็บมาได้ในระยะที่ 1

3.3.2.2 นำระบบงานที่พัฒนาและออกแบบตามความต้องการแล้วนั้นไปนำเสนอให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องกับความต้องการที่ขอมาตรวจว่าถูกต้อง และตรงตามความต้องการแล้วหรือไม่ หากไม่ตรงก็นำกลับมาออกแบบใหม่หรือแก้ไขให้ตรง ในการพัฒนาและออกแบบระบบประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การออกแบบระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ด้วยบอร์ด Raspberry Pi ตามขอบเขตการดำเนินงานของการวิจัยนั้น จะออกแบบเพื่อให้ระบบสามารถรายงานผลค่าระดับน้ำมาแสดงในรูปแบบเว็บเพจที่เป็นลักษณะกราฟ โดยมีเว็บเซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรับค่าจากบอร์ด Raspberry Pi และใช้ Ultrasonic sensor ในการวัดระยะห่างระหว่างผิวน้ำ โดยส่งคลื่นสัญญาณกระทบกับน้ำแล้วนำกลับมาประมวลผลด้วยบอร์ด Raspberry Pi การทำงานของบอร์ด Raspberry Pi จะใช้กระแสไฟฟ้าที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่ซึ่งมีการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ในตอนกลางวันผ่านวงจรของแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งสามารถออกแบบกระบวนการทำงานระบบ ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 องค์ประกอบและกระบวนการทำงานของระบบ

ระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) สามารถแบ่งส่วนการทำงาน ตามการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ด Raspberry Pi ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานของแต่ละส่วนดังนี้

#### 1.1) Raspberry Pi

การทำงานบอร์ด Raspberry Pi นั้นจำเป็นต้องมีระบบปฏิบัติการ Raspbian เพื่อคอยควบคุมการทำงานต่างๆ ของบอร์ดและทำงานตามคำสั่งหรือโปรแกรมที่สร้างขึ้น เพื่อส่งค่าของระดับน้ำไปยังเซิร์ฟเวอร์ในการแสดงค่าแก่ผู้ใช้ในรูปแบบกราฟ

#### 1.2) Ultrasonic sensor

ใช้สำหรับวัดระยะทางโดยทำงานร่วมกับบอร์ด Raspberry Pi โดยจะตรวจวัดระยะทาง อาศัยการทำงานของคลื่นอัลตราโซนิกที่ส่งไปยังผิวน้ำแล้วสะท้อนกลับมา เพื่อคำนวณหาค่าระยะทาง และส่งค่าที่คำนวณได้ในรูปแบบดิจิทัลให้กับ Raspberry Pi เพื่อทำการบันทึกค่าลงใน ไฟล์ water.log

#### 1.3) Webserver

เว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการการแสดงผลในรูปแบบเว็บเพจที่มี ระบบปฏิบัติการ Windows และติดตั้งโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ Apache เพื่อให้เครื่อง Client สามารถร้องขอเพื่อรายงานผลระดับน้ำส่งค่ากลับสำหรับแสดงผล และยังใช้เก็บข้อมูลระดับน้ำที่วัดได้ทั้งหมดด้วย

#### 1.4) Client

เครื่อง Client นั้นเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่มีระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งใช้ในการดูการรายงานค่าระดับน้ำในรูปแบบเว็บเพจ โดยต้องติดตั้งโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ รวมทั้ง รวมโปรแกรม PuTTY ซึ่งใช้สำหรับเข้าไปควบคุมแก้ไขค่าต่างๆ ของ Raspberry Pi ผ่านโปรโตคอล SSH

#### 1.5) Battery and Solar Cell

แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ที่ได้รับการชาร์จประจุไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ในตอนกลางวันเพื่อเก็บไฟฟ้าไว้ทำงานในช่วงกลางคืนให้อุปกรณ์ Raspberry Pi สามารถทำงานได้อย่างเสถียร สำหรับรายงานระดับน้ำเมื่อถึงระดับวิกฤติที่อาจจะเกิดขึ้นในตอนกลางคืนได้

### 2) การออกแบบทางด้านเครือข่าย

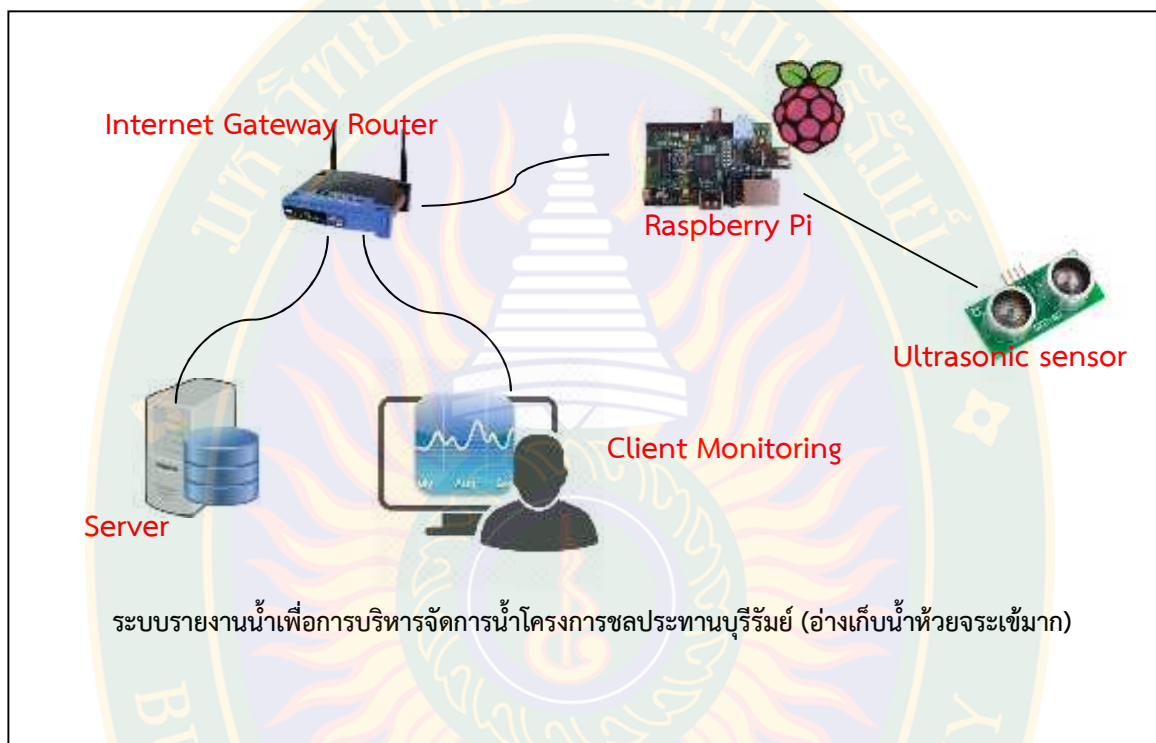
จากรูปภาพที่ 3.3 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อกับเครือข่ายและอุปกรณ์การวัดระดับน้ำของบอร์ด Raspberry Pi สามารถออกแบบเครือข่ายได้ในลักษณะที่ไม่ซับซ้อน เพื่อให้การทดลองนั้นง่ายต่อการติดต่อสื่อสาร

### 3) การเตรียมระบบ

การเตรียมระบบระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) มีขั้นตอนการดำเนินการเพื่อทำการทดลองดังนี้

#### 3.1) ติดตั้งระบบปฏิบัติการและโปรแกรมให้กับบอร์ด Raspberry Pi

- 3.2) การตั้งค่าการเชื่อมต่อเครือข่ายและอินเทอร์เน็ต
- 3.3) ติดตั้งโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache และ PHP ให้กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงผลในรูปแบบเว็บเพจ
- 3.4) ติดตั้งโปรแกรมที่จำเป็นเป็นสำหรับการใช้ในระบบให้กับเครื่อง Client



### 3.3.2.3 การทดสอบและติดตั้งระบบ

3.3.2.4 จัดการประชุมโดยเชิญผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมดมาทดลองใช้ระบบ เพื่อตรวจสอบและหาข้อแก้ไขที่ตรงกัน

### 3.3.2.5 จัดโครงการอบรมการใช้งานระบบให้กับผู้ที่ใช้งานระบบโดยตรง

3.3.3 ระยะที่ 3 (ระยะหลังทำวิจัย) การประเมินผลระบบ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยการเก็บข้อมูลหลังการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) ด้วยแบบสอบถามแล้วนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.3.3.1 ประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานและผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบหลังการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก)

### 3.3.3.2 รายงานผลการดำเนินการโครงการวิจัยให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

### 3.3.3.3 รวบรวมข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

ในการพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ นอกจากผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามวิธีการดำเนินการวิจัยแล้ว ยังมีแผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

ระยะที่	รายการแผนฯ	กลุ่มเป้าหมาย
1 (ระยะก่อนทำวิจัย)	ศึกษาข้อมูลหน่วยงาน (นโยบาย วิสัยทัศน์และพันธกิจ) จัดการประชุมกับผู้ใช้งานระบบ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานเดิม เพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงานเดิม ว่าต้องปรับปรุงอะไรเพิ่มเติม และหาข้อตกลงของความ ต้องการในระบบงานใหม่	ข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ ลูกจ้างชั่วคราว ของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)
2 (ระยะทำวิจัย)	พัฒนาและใช้ระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)ตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบในระยะก่อนทำวิจัยเมื่อพัฒนาแล้วเสร็จดำเนินการจัดโครงการอบรมการใช้งานระบบให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบ	ข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ ลูกจ้างชั่วคราว ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4 ของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)
3 (ระยะหลังทำวิจัย)	การประเมินผลประบบ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยการเก็บข้อมูลหลังการใช้งานระบบรายงานน้ำ สำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ด้วยแบบสอบถามแล้วนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข	ข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ ลูกจ้างชั่วคราว ของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง
4	ใช้เป็นกรณีศึกษาในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น วิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ วิชาโครงการนักศึกษา เป็นต้น	นักศึกษาในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง หรือนักศึกษาที่สนใจ

### 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลหน่วยงาน (นโยบาย วิสัยทัศน์และพันธกิจ) จัดการประชุมหรือสนทนากลุ่มกับผู้ใช้งานระบบ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานเดิม เพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงานเดิม ว่าต้องปรับปรุงอะไรเพิ่มเติม และหาข้อตกลงของความ ต้องการในระบบงานใหม่ โดยการสำรวจสอบถาม และการสนทนากลุ่ม เมื่อดำเนินการดังกล่าวแล้วได้สรุปผลการประชุม วิเคราะห์ข้อมูลเขียนรายงานการประชุม

3.4.2 ระยะที่ 2 การพัฒนาและใช้ระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ ภาษาที่ใช้คือ ภาษา HTML ฐานข้อมูลที่ใช้คือ MySQL และอุปกรณ์ที่ใช้คือบอร์ดราสเบอร์รี่พาย อุลตราโซนิค เซ็นเซอร์ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เราร์ทเตอร์ และแผงโซล่าเซลล์

3.4.3 ระยะที่ 3 การประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยการเก็บข้อมูลหลังการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลระบบ คือ แบบประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ซึ่งเป็นแบบสอบถาม (Questionnaires) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีลักษณะเป็นคำถาม ประกอบด้วยข้อมูล 4 ส่วน ดังนี้

#### 3.4.3.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้งาน

ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด (close-ended questions) และแบบปลายเปิด (open-ended questions) จำนวน 5 ข้อ

#### 3.4.3.2 ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจด้านการออกแบบระบบ

ลักษณะคำถามเป็นแบบประเมินค่า (rating scale) 5 ระดับ คือ

- 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพน้อยที่สุด
- 2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพน้อย
- 3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพปานกลาง
- 4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพมาก
- 5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพมากที่สุด

จำนวนคำถาม 5 ข้อ

#### 3.4.3.2 ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจด้านเสถียรภาพของระบบ

ลักษณะคำถามเป็นแบบประเมินค่า (rating scale) 5 ระดับ คือ

- 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพน้อยที่สุด
- 2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพน้อย
- 3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพปานกลาง
- 4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพมาก
- 5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพมากที่สุด

จำนวนคำถาม 8 ข้อ

#### 3.4.3.4 ส่วนที่ 4 ความพึงพอใจด้านประโยชน์ของระบบต่อการปฏิบัติงาน

ลักษณะคำถามเป็นแบบประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ คือ

- 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพน้อยที่สุด
- 2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพน้อย
- 3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพปานกลาง
- 4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพมาก
- 5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพมากที่สุด

## จำนวนคำถาม 5 ข้อ

## 3.4.3.5 ส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเป็นลักษณะคำถามแบบปลายเปิด

การแปลความหมายของระดับคะแนนในส่วนที่ 2 – 4 ของแบบสอบถาม ได้แปลผลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบโดยใช้ค่าเฉลี่ยของผลคะแนนเป็นตัวชี้วัดตามเกณฑ์ในการวิเคราะห์ ตามแนวคิดของ เบสท์ (Best W. John.1997: 190) มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
4.50 - 5.00	ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพมากที่สุด
3.50 - 4.49	ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพมาก
2.50 - 3.49	ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพปานกลาง
1.50 - 2.49	ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพน้อย
1.00 - 1.49	ระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพน้อยที่สุด

## 3.4.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.4.1.1 ศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยด้านทฤษฎี แนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale ) ตามวิธีการสร้างตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale)

3.4.1.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความพึงพอใจด้านการออกแบบระบบ ความพึงพอใจด้านประโยชน์ของระบบต่อการปฏิบัติงาน และความพึงพอใจด้านประโยชน์ของระบบต่อการปฏิบัติงาน

3.4.1.3 นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาคุณภาพของแบบสอบถามโดยหาการหาค่าความเที่ยงตรง (IOC) ของแบบสอบถามโดยกำหนดเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง	แน่ใจว่า	ข้อคำถามวัดตรงวัตถุประสงค์ของรูปแบบ
0 หมายถึง	ไม่แน่ใจว่า	ข้อคำถามวัดตรงวัตถุประสงค์ของรูปแบบ
-1 หมายถึง	แน่ใจว่า	ข้อคำถามวัดไม่ตรงวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ต้องตัดข้อคำถามนั้นออกไป โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1) อาจารย์เปรม อิงคเวชชากุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2) อาจารย์กิตติคุณ บุญเกตุ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ความเชี่ยวชาญด้านสถิติและการวิจัย

3) อาจารย์แสงดาว นพพิทักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.4.1.4 นำแบบสอบถามไปจัดพิมพ์ให้สมบูรณ์และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง

3.4.1.5 นำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ไปทดลองใช้กับบุคลากรที่ทำงานโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์



และ บุคคลทั่วไปที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.850

#### 3.4.1.6 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคือ

3.5.1 นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมเอกสาร งานวิจัย และจากการสนทนากลุ่ม มาสรุปรวบรวมเนื้อหา แยกแยะประเด็น และสรุปสาระสำคัญ

3.5.2 ทราบสภาพปัญหาและความต้องการในการพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

3.5.3 ได้รูปแบบการจัดการระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) และดำเนินการพัฒนาระบบโดยภาษาที่ใช้คือภาษา HTML ฐานข้อมูลที่ใช้คือ MySQL และอุปกรณ์ที่ใช้คือบอร์ดราสเบอร์รี่พาย อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เรอทเตอร์ และแผงโซลาร์เซลล์

3.5.4 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยการเก็บข้อมูลหลังการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลระบบ คือ แบบประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ซึ่งเป็นแบบสอบถาม (Questionnaires) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีลักษณะเป็นคำถาม ประกอบด้วยข้อมูล 4 ส่วน วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบสอบถาม

3.6.2 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม

3.6.3 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร

$$\text{สูตร } p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่หรือจำนวนที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.6.4 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตร

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
-------	-----------	-----	-----------

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม  
 $N$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

### 3.6.5 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$X$  แทน คะแนนแต่ละตัว

$N$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

$\sum$  แทน ผลรวม

### 3.6.6 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบสอบถาม

$$\text{สูตร IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ  
จุดประสงค์

$\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
ทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การพิจารณาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบมีเกณฑ์การให้  
คะแนนเพื่อหาค่า IOC ของผู้เชี่ยวชาญกำหนดเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า ข้อคำถามวัดตรงวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามวัดตรงวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

-1 หมายถึง แน่ใจว่า ข้อคำถามวัดไม่ตรงวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ต้องตัดข้อคำถามนั้นออกไป

## บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

การพัฒนาบรรายางานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลผลการดำเนินงานและผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 สภาพปัจจุบัน และสภาพปัญหาในการดำเนินงานบันทึกข้อมูลระดับน้ำ และการดูรายงานข้อมูลระดับน้ำย้อนหลังเพื่อการบริหารจัดการน้ำของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

4.2 การพัฒนาบรรายางานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

4.3 ความพึงพอใจต่อการใช้งานบรรายางานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

### 4.1 สภาพปัจจุบัน และสภาพปัญหาในการดำเนินงานบันทึกข้อมูลระดับน้ำ และการดูรายงานข้อมูลระดับน้ำย้อนหลังเพื่อการบริหารจัดการน้ำของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

จากการสำรวจข้อมูลเอกสาร สัมภาษณ์และการสนทนากลุ่ม ข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) จำนวน 30 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Positive Sampling) พบว่าหน้าที่หลักที่สำคัญของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) คือเป็นแหล่งกักเก็บน้ำดิบใช้สำหรับผลิตน้ำประปาเพื่อบริการประชาชนในการอุปโภคและบริโภคของประชาชนในเขตอำเภอเมืองบุรีรัมย์และอำเภอห้วยราช กว่า 23,000 ครัวเรือน ในปริมาณวันละ 30,000 ลูกบาศก์เมตรโดยประมาณ และต้องทำหน้าที่ปล่อยน้ำเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรใน 4 หมู่บ้าน คือ หมู่ 1, 2, 14 และหมู่ 18 ต.บ้านบัว อ.เมือง สำหรับการเพาะปลูกพืช และการทำนา บ่อยครั้งที่โครงการชลประทานบุรีรัมย์เกิดวิกฤติปัญหาขาดแคลนน้ำในช่วงหน้าแล้ง โดยมีระดับน้ำต้นทุนสำหรับในแต่ละวันต่ำกว่าระดับน้ำวิกฤติที่กำหนดไว้ ทำให้ต้องมีการผันน้ำจากแหล่งน้ำอื่นซึ่งก็คืออ่างเก็บน้ำห้วยตลาดผ่านคลองเชื่อมเป็นระยะทางกว่า 2 กิโลเมตร และจากลำน้ำมาศเพื่อสำรองน้ำดิบไว้สำหรับผลิตน้ำประปาแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ เพื่อใช้ในการหว่านกล้าไถ่ร่อนน้ำฝน และอีกปัญหาที่เกิดขึ้นกับโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) คือการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเนื่องจากหน้าฝน เป็นผลให้น้ำจากลำน้ำและคลองต่างๆไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำมากขึ้น เมื่อระดับน้ำเกินระดับที่ต้องกักเก็บเป็นปริมาณมากจึงต้องมีการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อเป็นการรักษาความปลอดภัยของอ่างเก็บน้ำ โดยการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำนั้นบางครั้งก็ทำให้บ้านเรือน และนาข้าวของเกษตรกรถูกน้ำท่วม ในหลายพื้นที่ กระบวนการจัดสรรน้ำประกอบไปด้วยการวางแผน การควบคุม และการประเมินผลการส่งน้ำ ในขั้นตอนของการวางแผน และควบคุมการจัดสรรน้ำจะต้องมีข้อมูลประกอบการวางแผนเพื่อการควบคุมและจัดสรรน้ำเพื่อปล่อยน้ำให้เกษตรกรในหน้าแล้ง การผันน้ำจากแหล่งน้ำอื่นมาเก็บในยาม

ขาดแคลน และการผันน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในฤดูน้ำหลาก โดยข้อมูลหลักที่ใช้ในนั้นคือข้อมูลระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (ห้วยจรเข้มาก)

พบว่า การเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้วบุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (Excel) และเมื่อต้องการใช้ข้อมูลระดับน้ำเพื่อประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย - กักเก็บ) ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องต้องมาค้นหาข้อมูลพื้นฐานข้อมูล

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยนำความรู้เรื่องเซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) ในการทำงานนั้นจะอาศัยหลักการการสะท้อนของเสียงที่ปล่อยออกไปยังเป้าหมายที่ต้องการ ทำให้ทราบถึงระยะห่างระหว่างต้นทางและปลายทาง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างเครื่องตรวจวัดระดับน้ำ หลังจากนั้นอุปกรณ์วัดระดับน้ำจะส่งข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่วัดได้ผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายเพื่อนำข้อมูลนั้นมาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และแจ้งเตือนระดับน้ำปัจจุบันไปยังบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านหน้าเว็บไซต์ พร้อมทั้งแสดงระดับน้ำที่จุดวิกฤติของอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย - กักเก็บ) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

## 4.2 การพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

ผู้วิจัยได้ออกแบบการพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ตามหลักการและขั้นตอนการออกแบบระบบงานคอมพิวเตอร์ตามทฤษฎี วงจรการพัฒนา (SDLC: System Development Life Cycle) และตามความต้องการของผู้ใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 4.2.1 ศึกษาความเป็นไปได้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ โดยดำเนินการศึกษาและพิจารณาความเป็นไปได้ในด้านต่าง ๆ พบว่าระบบสามารถนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ และผู้ใช้สามารถทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาช่วยประกอบการตัดสินใจของการบริหารจัดการน้ำได้

### 4.2.2 การวิเคราะห์และเก็บรวบรวมความต้องการ

#### 4.2.1.1 ขั้นตอนการศึกษาระบบงานเดิม

จากการศึกษาระบบงานเดิมพบว่า การเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้ว

บุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (Excel) และเมื่อต้องการใช้ข้อมูลระดับน้ำเพื่อประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย – กักเก็บ) ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

#### 4.2.1.2 การวิเคราะห์ระบบ

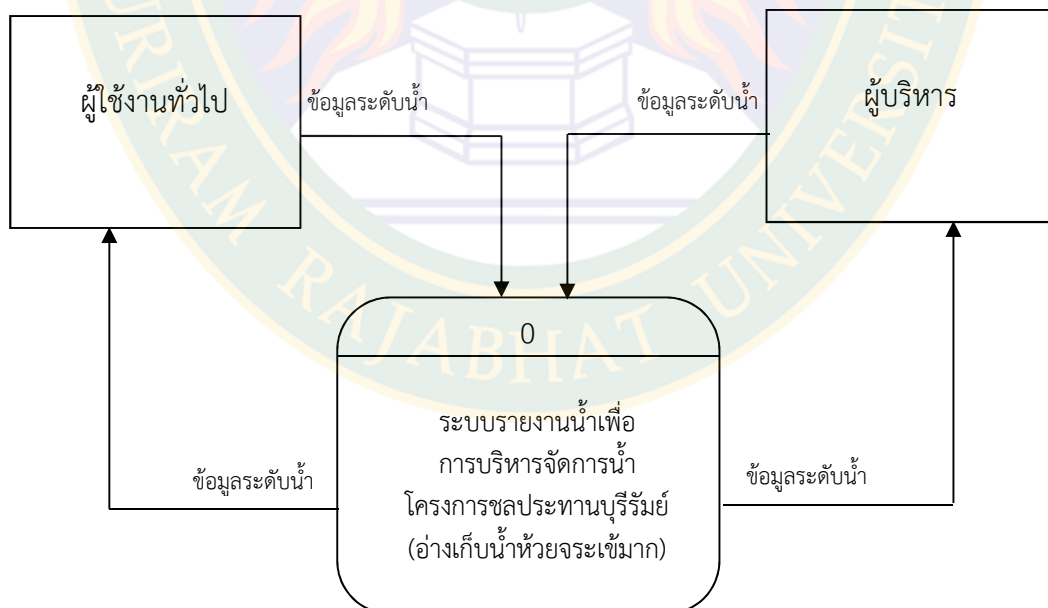
การพัฒนากระบวนงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ด้วยการสร้างเครื่องตรวจวัดระดับน้ำโดยอุปกรณ์วัดระดับน้ำจะส่งข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่วัดได้ผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายเพื่อนำข้อมูลนั้นมาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และแจ้งเตือนระดับน้ำปัจจุบันไปยังบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านเว็บไซต์ พร้อมทั้งแสดงระดับน้ำที่จุดวิกฤติของอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย – กักเก็บ) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยระบบมีความต้องการจากผู้ใช้คือระบบจะต้องรายงานระดับน้ำตามเวลาที่ตั้งไว้ วันละ 2 ครั้ง ได้แก่ ช่วงเช้าเวลา 8.00 น. และช่วงบ่ายเวลาลา 17.00 น. นอกจากนี้เครื่องมือวัดระดับน้ำจะต้องแจ้งเตือนข้อมูลระดับน้ำเมื่อเข้าสู่ภาวะวิกฤติ (น้ำปริมาณต่ำกว่าจุดที่ต้องกักเก็บ – มากกว่าจุดกักเก็บ) มายังหน้าจอเว็บไซต์ผู้ใช้งานเพื่อเตรียมรับมือกับสถานการณ์น้ำที่เข้าขั้นวิกฤตินั้นๆ และผู้ใช้งานระบบสามารถดูรายงานระดับน้ำแบบรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายปีได้ (ข้อมูลย้อนหลัง) ในรูปแบบกราฟได้ โดยระบบมีการดำเนินงานตามแผนภาพกระแสข้อมูล ดังภาพที่

#### 4.2.3 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลระบบโดยใช้ Context Diagram ทำให้ทราบถึงการไหลของข้อมูลที่มีอยู่ในระบบทั้งหมด ทำให้สามารถออกแบบหน้าจอของระบบโดยมีความต้องการของผู้ใช้ดังนี้

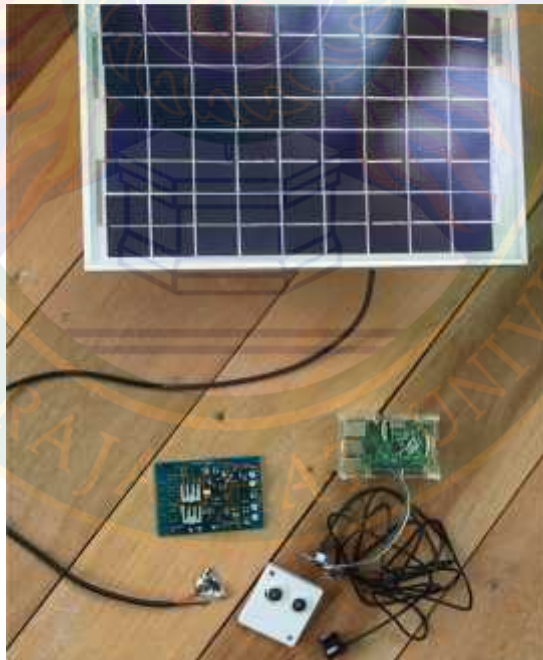
4.2.3.1 ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลระดับน้ำรายวันได้ผ่านหน้าจอเว็บไซต์

4.2.3.2 ผู้บริหารสามารถดูข้อมูลระดับน้ำรายวันได้ผ่านหน้าจอเว็บไซต์ และยังสามารถเลือกดูข้อมูลระดับน้ำย้อนหลังตามช่วงเวลาที่กำหนด

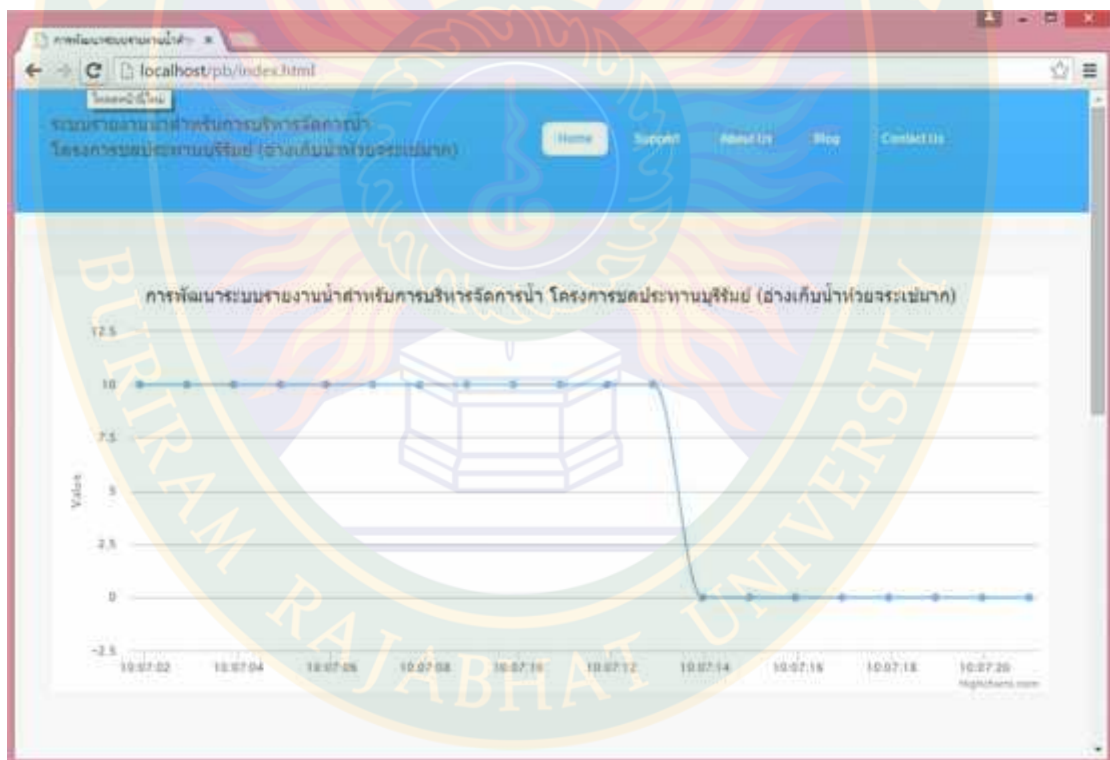


ภาพที่ 4.1 Context Diagram ระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำ  
โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

ในการพัฒนาการพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาส่วนของอุปกรณ์ (ฮาร์ดแวร์) ที่ใช้ในการวัดระดับน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้คือบอร์ดราสเบอรีพาย อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เรอทเตอร์ และแผงโซลาร์เซลล์ และพัฒนาโปรแกรม (ซอฟต์แวร์) ขึ้นเอง โดยใช้ภาษา HTML ในการพัฒนาโปรแกรม ส่วนฐานข้อมูลใช้โปรแกรม MySQL เพราะสามารถรองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ได้และเป็นฟรีแวร์ที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมีผลการดำเนินงาน ในการสร้างอุปกรณ์วัดระดับน้ำและหน้าจอการทำงาน ดังนี้



ภาพที่ 4.3 Internet Gateway Router รับ - ส่ง ข้อมูลระดับน้ำจากอุปกรณ์วัด มายังหน้าเว็บไซต์



ภาพที่ 4 หน้าจอระบบแสดงข้อมูลระดับน้ำรูปแบบกราฟ

#### 4.2.4 การทดสอบ (Testing)

หลังจากที่ขั้นตอนการพัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบด้วยวิธีการ Black Box Testing โดยทำการป้อนเข้าไปในระบบ (Input) และประมวลผลเพื่อให้ได้รับผลลัพธ์ออกมา (Output) ปรากฏว่าผลลัพธ์ถูกต้อง โดยผลการใช้งานระบบพบว่าระบบที่ได้พัฒนามีส่วนช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ การลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน การสืบค้น ค้นหาข้อมูลและเรียกใช้ข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเรียกดู สืบค้น และปรับปรุงข้อมูลระดับน้ำของโครงการชลประทานบุรีรัมย์

#### 4.2.5 การติดตั้ง (Implementation)

หลังจากที่ได้ทำการทดสอบระบบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว การติดตั้งระบบจะใช้การอัปโหลดข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ขึ้นไปบนเซิร์ฟเวอร์ (Server) ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ต่อไป

#### 4.2.6 การบำรุงรักษาระบบ (Maintenance)

การบำรุงรักษาระบบ ผู้วิจัยได้ทำการเสนอแนวทางในการบำรุงรักษาระบบ โดยแบ่งเป็น System Maintenance และ Software Maintenance ดังนี้

4.2.6.1 System Maintenance เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน จะใช้ในห้องปรับอากาศที่ทำให้เครื่องไม่ร้อนเกินไป ซึ่งเป็นผลต่ออายุการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานจะต้องมีเครื่องสำรองไฟฟ้าเพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล สายสัญญาณที่เดินสายของเครือข่ายจะถูกจัดไว้อย่างเป็นระเบียบและมีการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องแม่ข่าย เช่น หน่วยความจำ และหน่วยบันทึกข้อมูล และอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ ที่จำเป็น

4.2.6.2 Software Maintenance มีการปรับปรุงโปรแกรมในส่วนที่มีข้อผิดพลาดให้ดีขึ้น อาจจะมีการออกแบบโปรแกรมใหม่เพื่อให้ใช้งานได้ง่ายและเหมาะสมกับผู้ใช้ และมีการทำการสำรองข้อมูลอัตโนมัติ เมื่อใช้งานไม่ได้มีการสำรองข้อมูลเลย เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล

### 4.3 ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

ระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะพิจารณาโดยใช้วิธีเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) คือเลือกจากกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้ความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์ และมีความเกี่ยวข้องต่อการใช้งานระบบที่จะพัฒนาขึ้น โดยตรงนั่นก็คือข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 4 ของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) จำนวน 20 คน และข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราว ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 มุกกลาง จำนวน 30 คน รวม 50 คน

**ตารางที่ 1** ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์



หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	เชิงปริมาณ		เชิงคุณภาพ
	Mean	SD.	
<b>ด้านการออกแบบระบบ</b>			
- รูปแบบการใช้งานระบบ ความง่ายในการเข้าถึงข้อมูล	4.90	0.31	มากที่สุด
- ระบบข้อมูลเป็นหมวดหมู่	4.85	0.37	มากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	เชิงปริมาณ		เชิงคุณภาพ
	Mean	SD.	
- กระบวนการทำงานของระบบ มีความรวดเร็วในการเรียกใช้บริการ	4.50	0.69	มากที่สุด
- การออกแบบให้ใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อน	4.80	0.41	มากที่สุด
- ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม รูปแบบและวิธีการนำเสนอข้อมูล	4.80	0.41	มากที่สุด
<b>ด้านเสถียรภาพระบบ</b>			
- ความถูกต้อง แม่นยำของระบบ	4.95	0.22	มากที่สุด
- ระบบมีประสิทธิภาพ			
- ความเหมาะสมในการใช้งานโปรแกรม ข้อมูลตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้	4.90	0.31	มากที่สุด
- มีความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
- ความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล	4.85	0.37	มากที่สุด
- ความแน่นอน เชื่อถือได้ของข้อมูล	4.85	0.37	มากที่สุด
- ฐานข้อมูลมีความทันสมัย เป็นปัจจุบัน	5.00	0.00	มากที่สุด
- ระบบสามารถใช้งานได้ตลอดเวลา	4.26	0.50	มาก
<b>ด้านประโยชน์ของระบบต่อการปฏิบัติงาน</b>			
- เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานรวดเร็วขึ้น	4.55	0.51	มากที่สุด
- ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลในการจัดทำรายงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
- ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ	4.28	0.45	มาก
- ความสามารถของระบบ ในการนำไปใช้ประโยชน์	5.00	0.00	มากที่สุด
- ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานระบบ	4.80	0.41	มากที่สุด
<b>สรุปโดยรวม</b>	<b>4.78</b>	<b>0.35</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ อยู่ในระดับมากที่สุด 14 ข้อ และระดับมาก 3 ข้อ โดยฐานข้อมูลมีความทันสมัยเป็นปัจจุบัน ระบบช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลในการจัดทำรายงาน และความสามารถของระบบในการนำไปใช้ประโยชน์มีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือรูปแบบการใช้งานระบบ ความง่ายในการเข้าถึงข้อมูล และความถูกต้อง แม่นยำของระบบตามลำดับ และความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.78 จากคะแนนเต็ม 5



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ มุ่งเน้นการพัฒนา ระบบงานโดยนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องหลายอย่างเช่น เทคโนโลยี HTML เทคโนโลยีฐานข้อมูล MySQL บอร์ตรัสเบอร์รี่พาย อุลตราโซนิคเซ็นเซอร์ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เรดาห์เตอร์ และแผงโซลาร์เซลล์ เข้ามาเพื่อประยุกต์ใช้งานร่วมกัน ซึ่งผู้วิจัยได้สรุป อภิปรายผลและ ข้อเสนอแนะตามลำดับต่อไปนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 5.2 วิธีดำเนินการวิจัย
- 5.3 สรุปผลการวิจัย
- 5.4 อภิปรายผล
- 5.5 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

5.1.2 เพื่อพัฒนาเครื่องตรวจวัดระดับน้ำของระบบรายงานน้ำ สำหรับการบริหารจัดการ น้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

5.1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

#### 5.2 วิธีดำเนินการวิจัย

##### 5.2.1 ระยะที่ 1 (ระยะก่อนทำวิจัย)

ศึกษาข้อมูลหน่วยงาน (นโยบาย วิสัยทัศน์และพันธกิจ) จัดการประชุมหรือสนทนากลุ่ม กับผู้ใช้งานระบบ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานเดิม เพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงานเดิม ว่าต้อง ปรับปรุงอะไรเพิ่มเติม และหาข้อตกลงของความต้องการในระบบงานใหม่ ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการ วิจัยดังนี้

5.2.1.1 ศึกษาข้อมูลระดับน้ำรายวันที่เก็บและบันทึกในระบบเดิมว่ามี การใช้ คุณลักษณะใดบ้างในการเก็บและบันทึกข้อมูล เช่น วัน/เดือน/ปี เวลาที่บันทึกข้อมูล ระดับน้ำ ณ เวลาที่บันทึก ชื่อผู้บันทึก ระดับน้ำวิกฤติที่กำหนดไว้ที่จุดสูงและต่ำสุด เป็นต้น

5.2.1.2 ศึกษาข้อมูลหน่วยงาน (นโยบาย วิสัยทัศน์และพันธกิจ) ของโครงการ ชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

5.2.1.3 จัดการประชุมหรือสนทนากลุ่มกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบและผู้ที่ใช้งานระบบ โดยตรง เพื่อให้บุคคลเหล่านั้นได้เล่าถึงการทำงานของระบบงานเดิม และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ

ระบบงานเดิม เพื่อหาจุดบกพร่องที่ต้องแก้ไข และเสนอแนวคิด/ความต้องการการเกี่ยวกับระบบงานใหม่ที่ต้องการให้ผู้วิจัยพัฒนา

5.2.1.4 ผู้วิจัยศึกษา ทบทวนงานเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบงานที่ผู้ใช้ต้องการ และวิเคราะห์สภาพปัญหาของความต้องการของผู้ใช้

5.2.1.5 ประชุมสร้างความเข้าใจในเรื่องระยะเวลา ขั้นตอนการวิจัย งบประมาณ และบุคลากรในการพัฒนาระบบ

## 5.2.2 ระยะที่ 2 (ระยะทำการวิจัย)

การพัฒนาและใช้ระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบในระยะก่อนทำวิจัย เมื่อพัฒนาแล้วเสร็จดำเนินการจัดโครงการอบรมการใช้งานระบบให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบ คณะผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

5.2.2.1 ออกแบบระบบงานให้ตรงตามความต้องการของผู้ที่ใช้งาน โดยยึดตามความต้องการที่เก็บมาได้ในระยะที่ 1

5.2.2.2 นำระบบงานที่พัฒนาและออกแบบตามความต้องการแล้วนั้นไปนำเสนอให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องกับความต้องการที่ขอมาตรวจว่าถูกต้อง และตรงตามความต้องการแล้วหรือไม่ หากไม่ตรงก็นำกลับมาออกแบบใหม่หรือแก้ไขให้ตรง ในการพัฒนาและออกแบบระบบประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การออกแบบระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ด้วยบอร์ด Raspberry Pi ตามขอบเขตการดำเนินงานของการวิจัยนั้น จะออกแบบเพื่อให้ระบบสามารถรายงานผลค่าระดับน้ำมาแสดงในรูปแบบเว็บเพจที่เป็นลักษณะกราฟ โดยมีเว็บเซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรับค่าจากบอร์ด Raspberry Pi และใช้ Ultrasonic sensor ในการวัดระยะห่างระหว่างผิวน้ำ โดยส่งคลื่นสัญญาณกระทบกับน้ำแล้วนำกลับมาประมวลผลด้วยบอร์ด Raspberry Pi การทำงานของบอร์ด Raspberry Pi จะใช้กระแสไฟฟ้าที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่ซึ่งมีการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ในตอนกลางวันผ่านวงจรของแผงโซลาร์เซลล์ ระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) สามารถแบ่งส่วนการทำงาน ตามการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ด Raspberry Pi ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานของแต่ละส่วนดังนี้

### 1.1) Raspberry Pi

การทำงานของบอร์ด Raspberry Pi นั้นจำเป็นต้องมีระบบปฏิบัติการ Raspbian เพื่อคอยควบคุมการทำงานต่างๆ ของบอร์ดและทำงานตามคำสั่งหรือโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อส่งค่าของระดับน้ำไปยังเซิร์ฟเวอร์ในการแสดงค่าแก่ผู้ใช้ในรูปแบบกราฟ

### 1.2) Ultrasonic sensor

ใช้สำหรับวัดระยะทางโดยทำงานร่วมกับบอร์ด Raspberry Pi โดยจะตรวจวัดระยะทาง อาศัยการทำงานของคลื่นอัลตราโซนิกที่ส่งไปยังผิวน้ำแล้วสะท้อนกลับมาเพื่อคำนวณหาค่าระยะทาง และส่งค่าที่คำนวณได้ในรูปแบบดิจิตอลให้กับ Raspberry Pi เพื่อทำการบันทึกค่าลงใน ไฟล์ water.log

### 1.3) Webserver

เว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการการแสดงผลในรูปแบบเว็บเพจที่มี ระบบปฏิบัติการ Windows และติดตั้งโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ Apache เพื่อให้เครื่อง Client สามารถร้องขอเพื่อรายงานผลระดับน้ำส่งค่ากลับสำหรับแสดงผล และยังใช้เก็บข้อมูลระดับน้ำที่วัดได้ทั้งหมดด้วย

### 1.4) Client

เครื่อง Client นั้นเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่มีระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งใช้ในการดูการรายงานค่าระดับน้ำในรูปแบบเว็บเพจ โดยต้องติดตั้งโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ รวมทั้ง รวมโปรแกรม PuTTY ซึ่งใช้สำหรับเข้าไปควบคุมแก้ไขค่าต่างๆ ของ Raspberry Pi ผ่านโปรโตคอล SSH

### 1.5) Battery and Solar Cell

แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ที่ได้รับการชาร์จประจุไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ในตอนกลางวันเพื่อเก็บไฟฟ้าไว้ทำงานในช่วงกลางคืนให้อุปกรณ์ Raspberry Pi สามารถทำงานได้อย่างเสถียร สำหรับรายงานระดับน้ำเมื่อถึงระดับวิกฤติที่อาจจะเกิดขึ้นในตอนกลางคืนได้

#### 2) การออกแบบทางด้านเครือข่าย

จากรูปภาพที่ 3.3 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อกับเครือข่ายและอุปกรณ์การวัดระดับน้ำของบอร์ด Raspberry Pi สามารถออกแบบเครือข่ายได้ในลักษณะที่ไม่ซับซ้อน เพื่อให้การทดลองนั้นง่ายต่อการติดต่อสื่อสาร

#### 3) การเตรียมระบบ

การเตรียมระบบระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) มีขั้นตอนการดำเนินการเพื่อทำการทดลองดังนี้

3.1) ติดตั้งระบบปฏิบัติการและโปรแกรมให้กับบอร์ด Raspberry Pi

3.2) การตั้งค่าการเชื่อมต่อเครือข่ายและอินเทอร์เน็ต

3.3) ติดตั้งโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache และ PHP ให้กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงผลในรูปแบบเว็บเพจ

3.4) ติดตั้งโปรแกรมที่จำเป็นเป็นสำหรับการใช้ในระบบให้กับเครื่อง Client

5.2.2 ระยะที่ 3 (ระยะหลังทำวิจัย) การประเมินผลระบบ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบโดยการเก็บข้อมูลหลังการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ด้วยแบบสอบถามแล้วนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

5.2.2.1 ประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานและผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบหลังการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

5.2.2.2 รายงานผลการดำเนินโครงการวิจัยให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

5.2.2.3 รวบรวมข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

### 5.3 สรุปผลการวิจัย

5.3.1 สภาพปัญหาของการเก็บข้อมูลระดับน้ำรายวัน พบว่าการเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้วบุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (Excel) และเมื่อต้องการใช้ข้อมูลระดับน้ำเพื่อประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย – กักเก็บ) ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องต้องมาค้นหาข้อมูลที่ฐานข้อมูล จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยนำความรู้เรื่องเซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) ในการทำงานนั้นจะอาศัยหลักการการสะท้อนของเสียงที่ปล่อยออกไปยังเป้าหมายที่ต้องการ ทำให้ทราบถึงระยะห่างระหว่างต้นทางและปลายทาง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างเครื่องตรวจวัดระดับน้ำ หลังจากนั้นอุปกรณ์วัดระดับน้ำจะส่งข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่วัดได้ผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายเพื่อนำข้อมูลนั้นมาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และแจ้งเตือนระดับน้ำปัจจุบันไปยังบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านหน้าเว็บไซต์ พร้อมทั้งแสดงระดับน้ำที่จุดวิกฤติของอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย – กักเก็บ) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.3.2 ระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) ที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้ ได้ดำเนินการพัฒนาระบบโดยใช้วงจรพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle: SDLC) ได้ดำเนินการทั้งหมด 7 ขั้นตอน โดยสามารถสรุป

5.3.2.1 ศึกษาความเป็นไปได้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ โดยดำเนินการศึกษาและพิจารณาความเป็นไปได้ในด้านต่าง ๆ พบว่าระบบสามารถนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันมาใช้จนให้เกิดประโยชน์ และผู้ใช้สามารถทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น และสามารถนำข้อมูลที่นำมาช่วยประกอบการตัดสินใจของการบริหารจัดการน้ำได้

5.3.2.2 การวิเคราะห์และเก็บรวบรวมความต้องการ การเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้วบุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (Excel) และเมื่อต้องการใช้ข้อมูลระดับน้ำเพื่อประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย – กักเก็บ) ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง การพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ด้วยการสร้างเครื่องตรวจวัดระดับน้ำโดยอุปกรณ์วัดระดับน้ำจะส่งข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่วัดได้ผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายเพื่อ

นำข้อมูลนั้นมาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และแจ้งเตือนระดับน้ำ ปัจจุบันไปยังบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านหน้าเว็บไซต์ พร้อมทั้งแสดงระดับน้ำที่จุดวิกฤติของอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย - กักเก็บ) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยระบบมีความต้องการจากผู้ใช้คือระบบจะต้องรายงานระดับน้ำตามเวลาที่ตั้งไว้ วันละ 2 ครั้ง ได้แก่ ช่วงเช้าเวลา 8.00 น. และช่วงบ่ายเวลา 17.00 น. นอกจากนี้เครื่องมือวัดระดับน้ำจะต้องแจ้งเตือนข้อมูลระดับน้ำเมื่อเข้าสู่ภาวะวิกฤติ (น้ำปริมาณต่ำกว่าจุดที่ต้องกักเก็บ - มากกว่าจุดกักเก็บ) มายังหน้าจอเว็บไซต์ผู้ใช้งานเพื่อเตรียมรับมือกับสถานการณ์น้ำที่เข้าขั้นวิกฤตินั้นๆ และผู้ใช้งานระบบสามารถดูรายงานระดับน้ำแบบรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายปีได้ (ข้อมูลย้อนหลัง) ในรูปแบบกราฟได้ โดยระบบมีการดำเนินงานตามแผนภาพกระแสข้อมูล

5.3.2.3 ในการพัฒนาการพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาส่วนของอุปกรณ์ (ฮาร์ดแวร์) ที่ใช้ในการวัดระดับน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้คือบอร์ดราสเบอร์รี่พาย อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เรอทเตอร์ และแผงโซลาร์เซลล์ และพัฒนาโปรแกรม (ซอฟต์แวร์) ขึ้นเอง โดยใช้ภาษา HTML ในการพัฒนาโปรแกรม ส่วนฐานข้อมูลใช้โปรแกรม MySQL เพราะสามารถรองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ได้และเป็นฟรีแวร์ที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมีผลการดำเนินงานการทดสอบผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นด้วยวิธีการ Black Box Testing โดยทำการป้อนเข้าไปในระบบ (Input) และประมวลผลเพื่อให้ได้รับผลลัพธ์ออกมา (Output) ปรากฏว่าผลลัพธ์ถูกต้อง สามารถนำไปใช้งานได้

5.3.2.4 การทดสอบ หลังจากที่ยื่นตอนการพัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบด้วยวิธีการ Black Box Testing โดยทำการป้อนเข้าไปในระบบ (Input) และประมวลผลเพื่อให้ได้รับผลลัพธ์ออกมา (Output) ปรากฏว่าผลลัพธ์ถูกต้อง โดยผลการใช้งานระบบพบว่าระบบที่ได้พัฒนามีส่วนช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ การลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน การสืบค้น ค้นหาข้อมูลและเรียกใช้ข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเรียกดู สืบค้น และปรับปรุงข้อมูลระดับน้ำของโครงการชลประทานบุรีรัมย์

5.3.2.5 การติดตั้ง ใช้การอัปโหลด (Upload) ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ขึ้นไปบนเซิร์ฟเวอร์ (Server) ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยระบบสารสนเทศที่ติดตั้งเพื่อใช้งานมีความสามารถของระบบ

5.3.2.6 การบำรุงรักษาระบบผู้วิจัยได้มีแนวทางในการบำรุงรักษาระบบทั้งในส่วนของ System Maintenance และ Software Maintenance ซึ่งจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

ระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการใช้งานระบบพบว่าระบบที่ได้พัฒนามีส่วนช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ การลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน การสืบค้น ค้นหาข้อมูลและเรียกใช้ข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเรียกดู สืบค้น และปรับปรุงข้อมูล ได้เป็นอย่างดี

5.3.3 การประเมินผลความพึงพอใจความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ อยู่ในระดับมากที่สุด 14 ข้อ และระดับมาก 3 ข้อ โดยฐานข้อมูลมีความทันสมัย เป็นปัจจุบัน และระบบช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลในการจัดทำรายงานมีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล ความแน่นอนเชื่อถือได้ของข้อมูล ตามลำดับ และความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.78 จากคะแนนเต็ม 5

## 5.4 อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งพบว่า

5.4.1 ระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สามารถจัดเก็บข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน มีความสะดวกรวดเร็ว และประมวลผลข้อมูลออกมาในรูปแบบรายงานที่สอดคล้อง และตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ การที่ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากได้ดำเนินการพัฒนาระบบโดยใช้วงจรพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle : SDLC) โดยได้ทำการกำหนดปัญหา ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ จากสภาพปัจจุบัน จึงทำให้วิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา ออกแบบและพัฒนาระบบได้อย่างสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

5.4.2 การประเมินผลการระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าความพึงพอใจของของกลุ่มสตรีและกลุ่มแม่บ้านที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.78 จากคะแนนเต็ม 5 สอดคล้องกับ จิรพงษ์ เอี่ยมจริง และคณะ (2555: บทคัดย่อ) สร้างเครื่องวัดระดับน้ำโดยใช้หลักการสะท้อนคลื่นอัลตราโซนิก เพื่อเป็นชุดสาธิตการวัดระดับน้ำ โดยสามารถวัดระดับน้ำได้จริงพร้อมกับแสดงเหตุการณ์จำลองของระบบ หลักการทำงานเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาที กระตุ้นให้ไมโครอัลตราโซนิกส่งคลื่นความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์ ออกไปกระทบผิวน้ำและเกิดการสะท้อนกลับมายังตัวรับไมโครอัลตราโซนิก ข้อมูลจากตัวรับจะถูกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งข้อมูลต่อไปยังคอมพิวเตอร์



ทางพอร์ตอนุกรมเพื่อเขียนโปรแกรมแสดงเหตุการณ์จำลองของระบบการวัดระดับน้ำ และสอดคล้องกับ สุพรรณษา ศัพพะเจริญ และคณะ (2553: บทคัดย่อ) ศึกษาและสร้างเครื่องตรวจวัดและเตือนภัยระดับน้ำด้วยการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล เนื่องจากเครื่องตรวจวัดระดับน้ำที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบเช่น มาตรวัดระดับน้ำ มีราคาถูก ติดตั้งง่าย แต่ไม่อัตโนมัติ แบบอัตโนมัติจะมีราคาสูง ติดตั้งและบำรุงรักษายาก เป็นต้น โครงการนี้จึงเน้นการพัฒนาาระบบตรวจวัดระดับน้ำวิธีการใหม่ที่สามารถติดตั้งได้ง่าย ไม่ซับซ้อนและประหยัดค่าใช้จ่าย โครงการนำนาคอมพิวเตอร์พกพาที่มีขนาดเล็ก ประสิทธิภาพสูง นำมาเชื่อมต่อกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่คุณภาพของภาพดีและราคาถูก นำพัฒนาโปรแกรมเพื่อสร้างระบบตรวจวัดระดับน้ำโดยอาศัยหลักการของการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล การทำงานของเครื่องตรวจวัดระดับน้ำนี้ กล้องถ่ายภาพดิจิทัลจะทำหน้าที่การถ่ายภาพความสูงของแท่งวัดระดับน้ำแล้วนำภาพดังกล่าวไปประมวลผลภาพเชิงดิจิทัลบนคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษา C# เมื่อระดับน้ำมีการลดลงหรือเพิ่มขึ้นผิดปกติจนอาจมีแนวโน้มทำให้เกิดภาวะขาดแคลนน้ำหรือน้ำท่วม เครื่องตรวจวัดจะใช้บริการข้อความสั้นส่งไปยังอุปกรณ์สื่อสารของผู้ดูแลเพื่อเตือนภัยและทำงานแก้ปัญหาเพื่อช่วยลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ทันทั่วทั้ง

## 5.5 ข้อเสนอแนะ

### 5.5.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.5.1.1 สภาพปัญหาของการเก็บข้อมูลระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) พบว่าการเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้วบุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (Excel) และเมื่อต้องการใช้ข้อมูลระดับน้ำเพื่อประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย – กักเก็บ) ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องต้องมาค้นหาข้อมูลพื้นฐานข้อมูล จึงต้องการระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำเพื่อลดขั้นตอนการทำงานของบุคลากรและเพื่อจัดเก็บข้อมูลระดับน้ำเพื่อนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย – กักเก็บ) ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

5.5.1.2 เนื่องจากการพัฒนาอุปกรณ์ในการวัดระดับน้ำใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ในการจัดเก็บไฟฟ้าเพื่อสำรองไว้ในตอนกลางคืน ถ้าหากมีการรายงานระดับน้ำไปยังหน้าเว็บไซต์บ่อยมากจะทำให้ไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการทำงานของอุปกรณ์วัดระดับน้ำ ดังนั้นควรมีการกำหนดรอบของการรายงานระดับน้ำให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการหยุดทำงานของระบบ หรือเพิ่มขนาดการกักเก็บประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ให้มีขนาดมากกว่าเดิมเพื่อการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 5.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการเก็บข้อมูลระดับน้ำสามารถนำไปพัฒนาระบบพยากรณ์การกักเก็บ – ระบายน้ำแบบอัตโนมัติได้

## บรรณานุกรม

- กิตานันท์ มลิทอง. (2539). **อธิบายคำศัพท์คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต มัลติมีเดีย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติศักดิ์ เจริญโภคานนท์. (2537). **การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดเคชั่น.
- จรณิต แก้วกั้งวาล. (2540). **การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดเคชั่น.
- จิระเดช ปัญญาเพชร และคณะ. (2557). **ชุดทดลองการขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง 4 จุดภาค ด้วยวงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟส**. เชียงใหม่ : สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- ชาญณรงค์ น้อยบางยาง และคณะ. (2556). **การประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับระบบเฝ้าระวังและสัญญาณเตือนภัยจากไฟฟ้ารั่วเนื่องจากภาวะน้ำท่วมฉับพลัน**. พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
- ณัฐพล ดวงศรีทอง และคณะ. (2557). **การวัดระดับน้ำโดย Arduino**. เชียงใหม่ : สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- ธิตินพงษ์ ชูคง และคณะ. (2554). **ไฟสัญญาณจราจรจากพลังงานแสงอาทิตย์**. นครราชสีมา : แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยสายมิตรเทคโนโลยีนครราชสีมา.
- ธีรพร กงบังเกิด. (2547). **การใช้คลื่นอัลตราซาวด์ในกระบวนการแปรรูปอาหาร**. พะเยา : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธีรภัทร์ ไกรมะณี. (2556). **ระบบรายงานสภาพแวดล้อมของศูนย์ข้อมูลด้วยบอร์ดราสเบอร์รี่พาย**. กรุงเทพฯ: สาขาวิศวกรรมเครือข่าย คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- นงลักษณ์ ไม่น่ายกิจ. 2543. **สารนิเทศสาร**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงศธร ศิริภักดี และคณะ. (2552). **เครื่องวัดส่วนสูงแบบดิจิตอล**. ภูเก็ต : สาขาวิชางานเทคนิค โทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต.
- พิพัฒน์ เลาสงคราม. (2539). **พื้นฐานวิศวกรรมไมโครโพรเซสเซอร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วรปภา อารีราษฎร์ และคณะ. (2558). **ผลการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซีโดยใช้เรสพ์เบอร์รี่ไพ**. มหาสารคาม : The 1st National Conference on Technology and Innovation Management NCTIM 2015 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2554). **ไมโครคอนโทรลเลอร์**. [ ออนไลน์ ]. สืบค้นเมื่อ 23 เมษายน 2557 จาก <https://th.wikipedia.org/wiki>.
- วิษณุ ศรีวงษา. (2556). **วัดระดับน้ำ 111 ปี**. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

ยศพงษ์ ลออนวล. (2556). การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบต่อที่  
เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

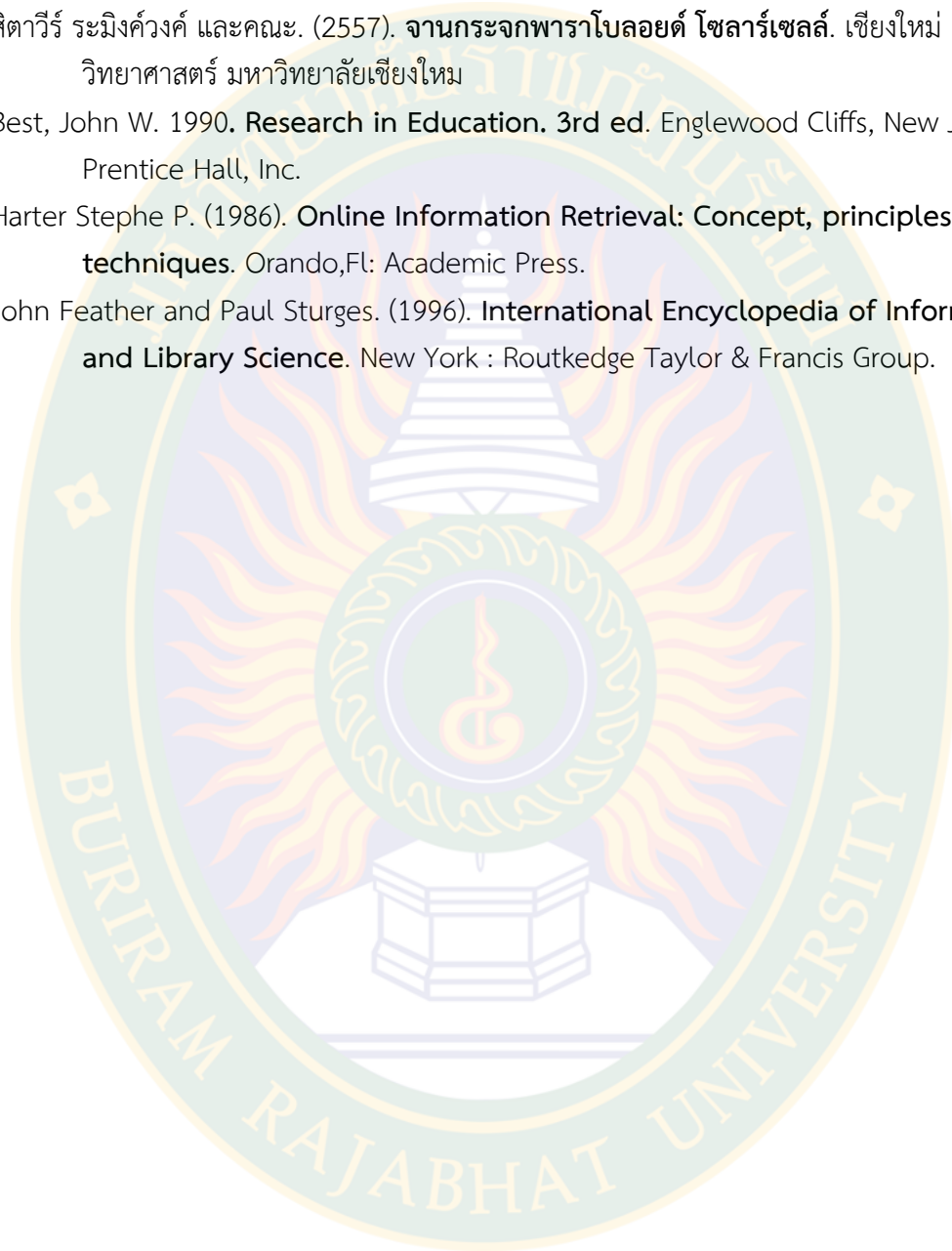
สุตามณี วิชัย และคณะ. (2556). เครื่องไมล์ตัวรับกวนด้วยคลื่นความถี่อัลตราโซนิก. ขอนแก่น :  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สิตาวีร์ ระมิงค์วงศ์ และคณะ. (2557). งานกระจกพาราโบลอยด์ โซลาร์เซลล์. เชียงใหม่ : คณะ  
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Best, John W. 1990. **Research in Education**. 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey :  
Prentice Hall, Inc.

Harter Stephe P. (1986). **Online Information Retrieval: Concept, principles,  
techniques**. Orando,Fl: Academic Press.

John Feather and Paul Sturges. (1996). **International Encyclopedia of Information  
and Library Science**. New York : Routledge Taylor & Francis Group.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำ  
เพื่อการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)  
บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

---

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

### ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ.....ปี

3. ประเภทพนักงาน

ข้าราชการ

พนักงานราชการ

ลูกจ้างประจำ

ลูกจ้างชั่วคราว

4. ตำแหน่ง.....

5. การศึกษา

ปริญญาโท

ปริญญาตรี

ปวส.

ปวช.

ส่วนที่ 2 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นตามความหมายของความพึงพอใจต่อระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

หัวข้อประเมิน	ระดับการประเมิน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านการออกแบบระบบ</b>					
- รูปแบบการใช้งานระบบ ความง่ายในการเข้าถึงข้อมูล					
- ระบบข้อมูลเป็นหมวดหมู่					
- กระบวนการทำงานของระบบ มีความรวดเร็วในการเรียกใช้บริการ					
- การออกแบบให้ใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อน					
- ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม รูปแบบและวิธีการนำเสนอข้อมูล					
<b>ด้านเสถียรภาพระบบ</b>					
- ความถูกต้อง แม่นยำของระบบ					
- ระบบมีประสิทธิภาพ					
- ความเหมาะสมในการใช้งานโปรแกรม ข้อมูลตอบสนองต่อความ					

ต้องการของผู้ใช้					
- มีความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล					
- ความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล					
- ความแน่นอน เชื่อถือได้ของข้อมูล					
- ฐานข้อมูลมีความทันสมัย เป็นปัจจุบัน					
- ระบบสามารถใช้งานได้ตลอดเวลา					
<b>ด้านประโยชน์ของระบบต่อการปฏิบัติงาน</b>					
- เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานรวดเร็วขึ้น					
- ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลในการจัดทำรายงาน					
- ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ					
- ความสามารถของระบบ ในการนำไปใช้ประโยชน์					
- ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานระบบ					

### ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

Items	Code	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item Total Correlation	Alpha if Item Deleted
1	A1	215.9000	43.0586	.0101	.7954
2	A2	216.3667	42.2402	.1410	.7903
3	A3	215.8000	40.6483	.4626	.7808
4	A4	216.5000	41.0862	.5201	.7815
5	A5	215.9667	42.8609	.0176	.7950
6	A6	215.8667	41.6368	.2368	.7874
7	A7	216.2667	39.9954	.4928	.7785
8	A8	216.0333	43.6195	.0991	.7992
9	A9	216.1000	41.1966	.2694	.7863
10	A10	215.9000	41.9552	.1725	.7895
11	A11	216.1667	40.4885	.3853	.7821
12	A12	216.1333	43.3609	-.0605	.7980
13	A13	215.9667	42.8609	.0176	.7950
14	A14	215.8667	41.6368	.2368	.7874
15	A15	216.2667	39.9954	.4928	.7785
16	A16	216.0333	43.6195	.0991	.7992
17	A17	216.1000	41.1966	.2694	.7863



ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ

Reliability Coefficients

N of Cases = 30.0 N

Alpha = .850

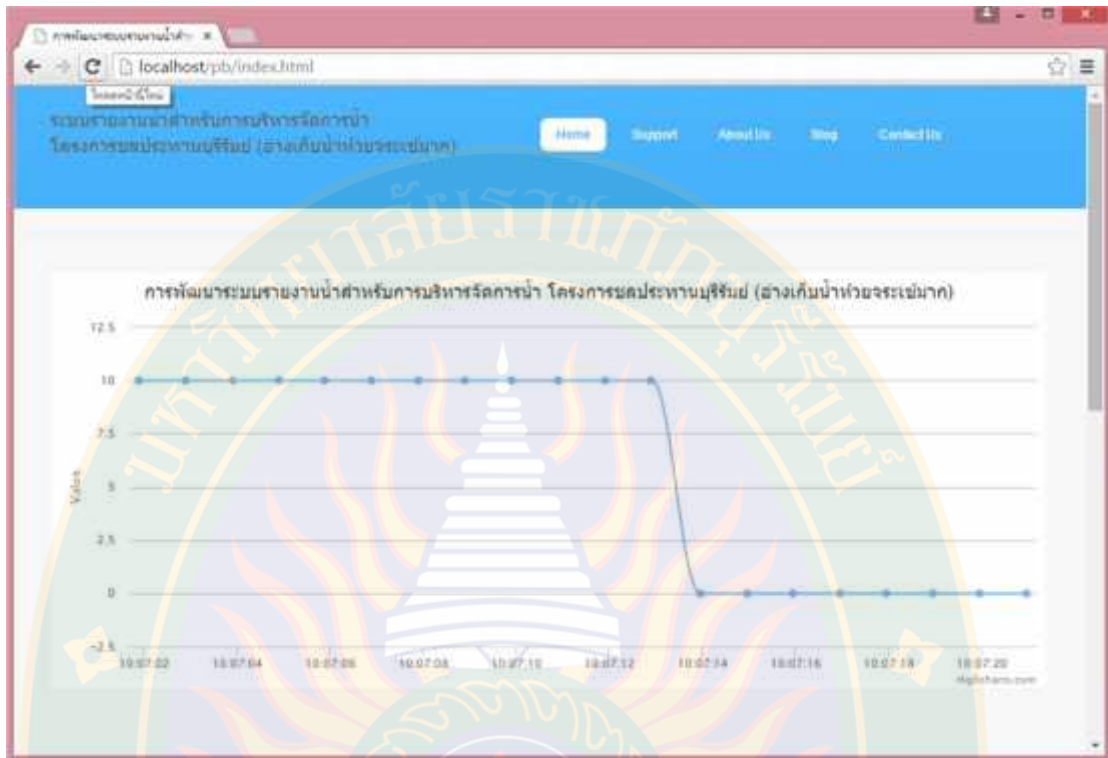


ภาคผนวก ข

ตัวอย่างระบบระบบรายงานน้ำ

เพื่อการบริหารจัดการน้ำ โครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์



## ประวัติย่อของผู้วิจัย

### หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายณพพล เชาวานกุล  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Noppon Chaowanakul
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3319900077417
- ตำแหน่งปัจจุบัน  
ข้าราชการ สายวิชาการ  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
- หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)  
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี  
สารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เบอร์โทรศัพท์ 044-611221 ต่อ 128  
มือถือ 089-4280292  
แฟกซ์ 044-612858  
อีเมล nc\_suson1610@hotmail.com
- ประวัติการศึกษา  
ค.ม. (เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ. 2532

### ผู้ร่วมวิจัยลำดับที่ 1

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวนิตินันท์ มาตา  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss. Nitinan Mata
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1310400099697
- ตำแหน่งปัจจุบัน  
พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
- หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)  
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี  
สารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เบอร์โทรศัพท์ 044-611221 ต่อ 128  
มือถือ 087-7124276  
แฟกซ์ 044-612858

## 5. ประวัติการศึกษา

อีเมล mata0711@gmail.com

วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ) มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ.  
2554

## ผู้ร่วมวิจัยลำดับที่ 2

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายศุภชัย ชัยชุมพล  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Supachai Chaichumpol
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3310100260481
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์อัครจ่าง สายวิชาการ  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ  
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)  
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี  
สารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราช  
ภัฏบุรีรัมย์ เบอร์โทรศัพท์ 044-611221 ต่อ  
128  
มือถือ 091-1862199  
แฟกซ์ 044-612858  
อีเมล superboat69@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา ค.บ. (คอมพิวเตอร์ศึกษา)  
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมพ.ศ. 2554

การพัฒนากระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์  
(อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์  
System development of water report for Buriram Irrigation schemes  
water management (Huayjorakheamak Reservoir) Bantonphueng  
Srabua District, Muang Province, Buriram

นพพล เซวานกุล<sup>1</sup> นิธินันท์ มาตา<sup>2</sup> และ ศุภชัย ชัยชุมพล<sup>3</sup>  
nc\_suson1610@hotmail.com<sup>1</sup> mata0711@gmail.com<sup>2</sup> and superboat69@gmail.com<sup>3</sup>  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ และพัฒนาเครื่องตรวจวัดระดับน้ำของระบบรายงานน้ำ สำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ให้ได้ข้อมูลระดับน้ำรายวัน และระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย การสำรวจ สัมภาษณ์ และการสนทนากับผู้ใช้งานระบบ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานเดิม และใช้แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า 1) พบว่าการเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้วบุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (Excel) และเมื่อต้องการใช้ข้อมูลระดับน้ำเพื่อประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย – กักเก็บ) ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องต้องมาค้นหาข้อมูลที่ฐานข้อมูล 2) การพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ผลการใช้งานระบบพบว่าระบบที่ได้พัฒนามีส่วนช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ การลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน การสืบค้น ค้นหาข้อมูล และเรียกใช้ข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเรียกดู สืบค้น และปรับปรุงข้อมูลได้เป็นอย่างดี 3) การประเมินผลความพึงพอใจผู้ใช้งานในภาพรวมต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.78

### ABSTRACT

The objectives of this research were to developed system of water report for Buriram Irrigation schemes water management (Huayjorakheamak Reservoir) Bantonphueng Srabua District, Muang Province, Buriram and developed water level monitoring for

water report system to give the water daily level data and water change level data of Buriram Irrigation schemes water management. And to the satisfaction of the users that use system of water report for Buriram Irrigation schemes water management (Huayjorakheamak Reservoir).

The instrument used in this study consisted of survey, interviews and conversations with users of system and who those related to legacy systems and used a questionnaire to determine their satisfaction with the system. The results showed that 1) the collection of water daily level used personnel concern to note the water level of the sheet water level every day and there is no exact time. When get level of water each day, the staff will lead the data save to a database that is available (Excel) and to use for decision making on water management (drainage - retention) of those management by search on database. 2) The development of system of water report for Buriram Irrigation schemes water management (Huayjorakheamak Reservoir), use of the system that developed has helped reduce the problem, including reducing the operational searched for information and run various add convenience to browse, search and update information as well. 3) evaluation of satisfaction for the overall system to use system of water report for Buriram Irrigation schemes water management (Huayjorakheamak Reservoir) in the most level has average point = 4.78.

<sup>1,2,3</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

<sup>1,2,3</sup> Department of Information Technology, Faculty of Science Rajabhat Buriram University

## 1. บทนำ

กรมชลประทานได้สำรวจเพื่อพัฒนาแหล่งน้ำในจังหวัดบุรีรัมย์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 และก่อสร้างเป็นอ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มากเมื่อปี พ.ศ.2505 แล้วเสร็จและเริ่มส่งน้ำในปี พ.ศ.2506 โดยมีความจุน้ำขณะนั้น 21 ล้าน ลูกบาศก์เมตร และส่งน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกในเขตชลประทาน 9,065 ไร่ ปี พ.ศ. 2528 อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก ได้รับงบประมาณจากโครงการ NESSI เพื่อให้การส่งน้ำมีประสิทธิภาพและทั่วถึงทุกแปลงนา โดยปรับปรุงระบบส่งน้ำและอาคารประกอบกร และปรับปรุงคูส่งน้ำและอาคาร เมื่อวันที่ 27 มกราคม 2532 คณะกรรมการเพื่อการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรชลประทานภาคตอนบนครบวงจร ได้รับการร้องขอจากผู้ว่าราชการจังหวัดบุรีรัมย์ให้ดำเนินแก้ไขปัญหาของอ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มากที่มีปริมาณน้ำน้อย ซึ่งคณะทำงานเห็นควรวางโครงการปรับปรุงเพื่อจัดหาน้ำช่วยเหลือการขาดแคลนน้ำในอำเภอมือง จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อการอุปโภคบริโภค

อุตสาหกรรม การประมง และการท่องเที่ยวในจังหวัดบุรีรัมย์ให้มีน้ำใช้ตลอดทั้งปี ปัจจุบันโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) มีหน้าที่ดำเนินการเกี่ยวกับการกักเก็บรักษา ควบคุมส่งระบาย หรือแบ่งน้ำ เพื่อเกษตรกรรม การสาธารณสุข ภูมิภาคการอุตสาหกรรม ติดตามประเมินความปลอดภัยของแหล่งน้ำและป้องกันความเสียหาย อันเกิดจากน้ำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำที่รับผิดชอบ และปรับปรุงแหล่งน้ำธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ในการอุปโภคและบริโภคแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำพร้อมป้องกันบรรเทาอุทกภัยรวมทั้งป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่รับผิดชอบ

หน้าที่หลักที่สำคัญของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) คือเป็นแหล่งกักเก็บน้ำดิบใช้สำหรับผลิตน้ำประปาเพื่อบริการประชาชนในการอุปโภคและบริโภคของประชาชนในเขตอำเภอเมืองบุรีรัมย์และอำเภอห้วยราช กว่า 23,000 ครัวเรือน ในปริมาณวันละ 30,000 ลูกบาศก์เมตรโดยประมาณ และต้องทำหน้าที่ปล่อยน้ำเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรใน 4 หมู่บ้าน คือ หมู่ 1, 2, 14 และหมู่ 18 ต.บ้านบัว อ.เมือง สำหรับการเพาะปลูกพืช และการทำนา บ่อยครั้งที่โครงการชลประทานบุรีรัมย์เกิดวิกฤติปัญหาขาดแคลนน้ำในช่วงหน้าแล้ง โดยมีระดับน้ำต้นทุนสำหรับในแต่ละวันต่ำกว่าระดับน้ำวิกฤติที่กำหนดไว้ ทำให้ต้องมีการผันน้ำจากแหล่งน้ำอื่นซึ่งก็คืออ่างเก็บน้ำห้วยตลาดผ่านคลองเชื่อมเป็นระยะทางกว่า 2 กิโลเมตร และจากลำน้ำมาศเพื่อสำรองน้ำดิบไว้สำหรับผลิตน้ำประปาแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ เพื่อใช้ในการหว่านกล้าไถ่ร่อนน้ำฝน และอีกปัญหาที่เกิดขึ้นโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) คือการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเนื่องจากหน้าฝน เป็นผลให้น้ำจากลำน้ำและคลองต่างๆไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำมากขึ้น เมื่อระดับน้ำเกินระดับที่ต้องกักเก็บเป็นปริมาณมากจึงต้องมีการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อเป็นการรักษาความปลอดภัยของอ่างเก็บน้ำ โดยการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำนั้นบางครั้งก็ทำให้บ้านเรือน และนาข้าวของเกษตรกรถูกน้ำท่วมในหลายพื้นที่ (นิวัฒน์ โชติชื่น, ติดต่อส่วนตัว, กันยายน 11, 2556) กระบวนการจัดสรรน้ำประกอบไปด้วยการวางแผน การควบคุม และการประเมินผลการส่งน้ำ (วรารุช วุฒิวิชัย และวิชญ์ ศรีวงษา, 2547) ในขั้นตอนของการวางแผน และควบคุมการจัดสรรน้ำจะต้องมีข้อมูลประกอบการวางแผนเพื่อการควบคุมและจัดสรรน้ำเพื่อปล่อยน้ำให้เกษตรกรในหน้าแล้ง การผันน้ำจากแหล่งน้ำอื่นมาเก็บในนยามขาดแคลน และการผันน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในฤดูน้ำหลาก โดยข้อมูลหลักที่ใช้ นั่นคือข้อมูลระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (ห้วยจรเข้มาก) ในการเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้วบุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้อ่านบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (นิวัฒน์ โชติชื่น, ติดต่อส่วนตัว, กันยายน 11, 2556)

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยนำความรู้เรื่องเซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) ในการทำงานนั้นจะอาศัยหลักการการสะท้อนของเสียงที่ปล่อยออกไปยังเป้าหมายที่ต้องการ ทำให้ทราบถึงระยะห่างระหว่างต้นทางและปลายทาง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างเครื่องตรวจวัดระดับน้ำ หลังจากนั้นอุปกรณ์วัดระดับน้ำจะส่งข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่วัดได้ผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายเพื่อนำข้อมูลนั้นมาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

และแจ้งเตือนระดับน้ำปัจจุบันไปยังบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านเว็บไซต์ พร้อมทั้งแสดงระดับน้ำที่จุดวิกฤติของอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย - กักเก็บ) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

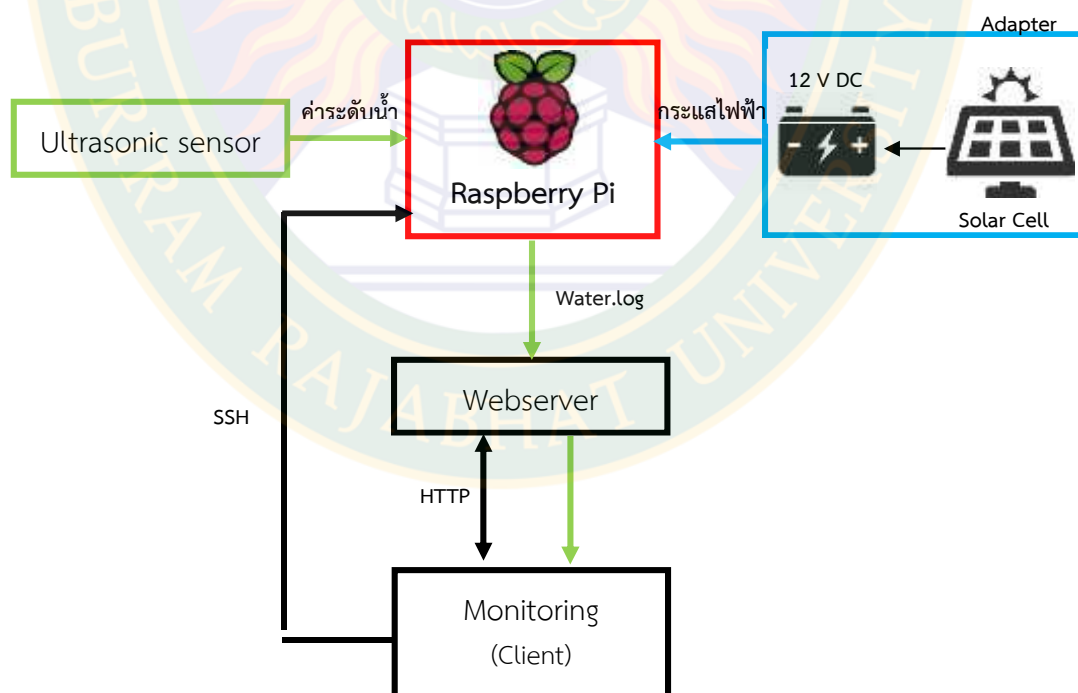
2.1 เพื่อพัฒนาระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

2.2 เพื่อพัฒนาเครื่องตรวจวัดระดับน้ำของระบบรายงานน้ำ สำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก)

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก)

## 3. การดำเนินการวิจัย

การออกแบบระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) ด้วยบอร์ด Raspberry Pi ตามขอบเขตการดำเนินงานของการวิจัยนั้น จะออกแบบเพื่อให้ระบบสามารถรายงานผลค่าระดับน้ำมาแสดงในรูปแบบเว็บเพจที่เป็นลักษณะกราฟ โดยมีเว็บเซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรับค่าจากบอร์ด Raspberry Pi และใช้ Ultrasonic sensor ในการวัดระยะห่างระหว่างผิวน้ำ โดยส่งคลื่นสัญญาณกระทบกับน้ำแล้วนำกลับมาประมวลผลด้วยบอร์ด Raspberry Pi การทำงานของบอร์ด Raspberry Pi จะใช้กระแสไฟฟ้าที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่ซึ่งมีการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ในตอนกลางวันผ่านวงจรของแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งสามารถออกแบบกระบวนการทำงานระบบ ดังแสดงในภาพที่ 1





## ภาพที่ 1 องค์ประกอบและกระบวนการทำงานของระบบ

ระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) สามารถแบ่งส่วนการทำงาน ตามการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับบอร์ด Raspberry Pi ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานของแต่ละส่วนดังนี้

### 3.1 Raspberry Pi

การทำงานของบอร์ด Raspberry Pi นั้นจำเป็นต้องมีระบบปฏิบัติการ Raspbian เพื่อคอยควบคุมการทำงานต่างๆ ของบอร์ดและทำงานตามคำสั่งหรือโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อส่งค่าของระดับน้ำไปยังเซิร์ฟเวอร์ในการแสดงค่าแก่ผู้ใช้ในรูปแบบกราฟ

### 3.2 Ultrasonic sensor

ใช้สำหรับวัดระยะทางโดยทำงานร่วมกับบอร์ด Raspberry Pi โดยจะตรวจวัดระยะทางอาศัยการทำงานของคลื่นอัลตราโซนิกที่ส่งไปยังผิวน้ำแล้วสะท้อนกลับมาเพื่อคำนวณค่าระยะทาง และส่งค่าที่คำนวณได้ในรูปแบบดิจิทัลให้กับ Raspberry Pi เพื่อทำการบันทึกค่าลงใน ไฟล์ water.log

### 3.3 Webserver

เว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการการแสดงผลในรูปแบบเว็บเพจที่มีระบบปฏิบัติการ Windows และติดตั้งโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ Apache เพื่อให้เครื่อง Client สามารถร้องขอเพื่อรายงานผลระดับน้ำส่งค่ากลับสำหรับแสดงผล และยังใช้เก็บข้อมูลระดับน้ำที่วัดได้ทั้งหมดด้วย

### 3.4 Client

เครื่อง Client นั้นเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่มีระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งใช้ในการดูการรายงานค่าระดับน้ำในรูปแบบเว็บเพจ โดยต้องติดตั้งโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ รวมทั้ง รวมโปรแกรม PuTTY ซึ่งใช้สำหรับเข้าไปควบคุมแก้ไขค่าต่างๆ ของ Raspberry Pi ผ่านโปรโตคอล SSH

### 3.5 Battery and Solar Cell

แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ที่ได้รับการชาร์จประจุไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ในตอนกลางวันเพื่อเก็บไฟฟ้าไว้ทำงานในช่วงกลางคืนให้อุปกรณ์ Raspberry Pi สามารถทำงานได้อย่างเสถียร สำหรับรายงานระดับน้ำเมื่อถึงระดับวิกฤติที่อาจจะเกิดขึ้นในตอนกลางคืนได้

## 4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลหน่วยงาน (นโยบาย วิสัยทัศน์และพันธกิจ) จัดการประชุมหรือสนทนากลุ่มกับผู้ใช้งานระบบ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานเดิม เพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงานเดิม ว่าต้องปรับปรุงอะไรเพิ่มเติม และหาข้อตกลงของความต้องการในระบบงานใหม่ โดยการสำรวจ สอบถาม และการสนทนากลุ่ม เมื่อดำเนินการดังกล่าวแล้วได้สรุปผลการประชุม วิเคราะห์ข้อมูล เขียนรายงานการประชุม

ระยะที่ 2 การพัฒนาและใช้ระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ ภาษาที่ใช้คือภาษา HTML ฐานข้อมูลที่ใช้คือ MySQL และอุปกรณ์ที่ใช้คือบอร์ดราสเบอร์รี่พาย อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เร้าเตอร์ และแผงโซลาร์เซลล์

ระยะที่ 3 การประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยการเก็บข้อมูลหลังการใช้งานระบบ รายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลระบบ คือ แบบประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานระบบรายงานน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) ซึ่งเป็นแบบสอบถาม (Questionnaires) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

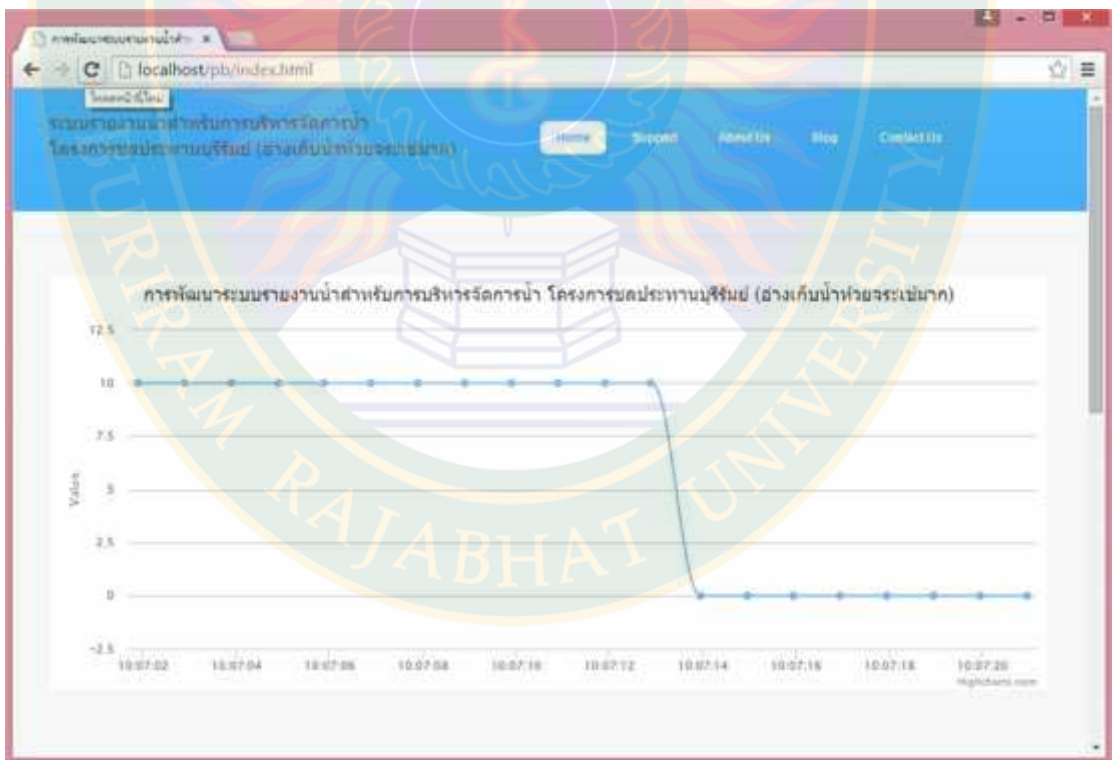
## 5. ผลการดำเนินงาน

ในการพัฒนาการพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาส่วนของอุปกรณ์ (ฮาร์ดแวร์) ที่ใช้ในการวัดระดับน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้คือบอร์ดราสเบอร์รี่พาย อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เร้าเตอร์ และแผงโซลาร์เซลล์ และพัฒนาโปรแกรม (ซอฟต์แวร์) ขึ้นเอง โดยใช้ภาษา HTML ในการพัฒนาโปรแกรม ส่วนฐานข้อมูลใช้โปรแกรม MySQL เพราะสามารถรองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ได้และเป็นฟรีแวร์ที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมีผลการดำเนินงาน ในการสร้างอุปกรณ์วัดระดับน้ำและหน้าจอกการทำงาน ดังนี้





ภาพที่ 3 Internet C... ร์ณ์วัด มายังหน้าเว็บไซต์



ภาพที่ 4 หน้าจอบระบบแสดงข้อมูลระดับน้ำรูปแบบกราฟ

## 6. สรุปผลการวิจัย

6.1 สภาพปัญหาของการเก็บข้อมูลระดับน้ำรายวัน พบว่าการเก็บระดับน้ำรายวันของโครงการชลประทานบุรีรัมย์นั้นมีขั้นตอนคือให้บุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้องไปจดบันทึกระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ (แบบไม้) ทุกวันและไม่มีเวลาที่แน่นอนในการจดบันทึกข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลระดับน้ำในแต่ละวันแล้ว บุคลากรจะนำข้อมูลที่ได้อ่านบันทึกลงฐานข้อมูลที่มีอยู่ (Excel) และเมื่อต้องการใช้ข้อมูลระดับน้ำเพื่อประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย - กักเก็บ) ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องต้องมาค้นหาข้อมูลที่ฐานข้อมูล จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาพัฒนาระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยนำความรู้เรื่องเซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) ในการทำงานนั้นจะอาศัยหลักการการสะท้อนของเสียงที่ปล่อยออกไปยังเป้าหมายที่ต้องการทำให้ทราบถึงระยะห่างระหว่างต้นทางและปลายทาง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างเครื่องตรวจวัดระดับน้ำ หลังจากนั้นอุปกรณ์วัดระดับน้ำจะส่งข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่วัดได้ผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายเพื่อนำข้อมูลนั้นมาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และแจ้งเตือนระดับน้ำปัจจุบันไปยังบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านหน้าเว็บไซต์ พร้อมทั้งแสดงระดับน้ำที่จุดวิกฤติของอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำ (ระบาย - กักเก็บ) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

6.2 การประเมินผลความพึงพอใจความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ อยู่ในระดับมากที่สุด 14 ข้อ และระดับมาก 3 ข้อ โดยฐานข้อมูลมีความทันสมัยเป็นปัจจุบัน และระบบช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลในการจัดทำรายงานมีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล ความแน่นอน เชื่อถือได้ของข้อมูล ตามลำดับ และความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานระบบรายงานน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำโครงการชลประทานบุรีรัมย์ (อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก) บ้านต้นผึ้ง ตำบลบ้านบัว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.78 จากคะแนนเต็ม 5

## 7. เอกสารอ้างอิง

- กิดานันท์ มลิทอง. (2539). **อธิบายคำศัพท์คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต มัลติมีเดีย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติศักดิ์ เจริญโภคานนท์. (2537). **การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ซีไอดีเคชั่น.
- จรณิต แก้วกั้งวาล. (2540). **การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล**. กรุงเทพฯ : ซีไอดีเคชั่น.

- จิระเดช ปัญญาเพชร และคณะ. (2557). **ชุดทดลองการขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง 4 จุดภาค ด้วยวงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟส**. เชียงใหม่ : สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- ชาญณรงค์ น้อยบางยาง และคณะ. (2556). **การประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับระบบเฝ้าระวังและสัญญาณเตือนภัยจากไฟฟ้ารั่วเนื่องจากภาวะน้ำท่วมฉับพลัน**. พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
- ณัฐพล ดวงศรีทอง และคณะ. (2557). **การวัดระดับน้ำโดย Arduino**. เชียงใหม่ : สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- ฉัตรพงษ์ ชูคง และคณะ. (2554). **ไฟสัญญาณจราจรจากพลังงานแสงอาทิตย์**. นครราชสีมา : แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยสายมิตรเทคโนโลยี นครราชสีมา.
- ธีรพร กงบังเกิด. (2547). **การใช้คลื่นอัลตราซาวด์ในกระบวนการแปรรูปอาหาร**. พะเยา : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธีรภัทร์ ไกรมะณี. (2556). **ระบบรายงานสภาพแวดล้อมของศูนย์ข้อมูลด้วยบอร์ดราสเบอร์รี่พาย**. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาวิศวกรรมเครือข่าย คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- นงลักษณ์ ไม่น่ายกิจ. 2543. **สารนิเทศสาร**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงศธร ศิริภักดี และคณะ. (2552). **เครื่องวัดส่วนสูงแบบดิจิตอล**. ภูเก็ต : สาขาวิชางานเทคนิค โทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต.
- พิพัฒน์ เลาสงคราม. (2539). **พื้นฐานวิศวกรรมไมโครโพรเซสเซอร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วรภา อารีราษฎร์ และคณะ. (2558). **ผลการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซีโดยใช้เรสพ์เบอร์รี่ไพ**. มหาสารคาม : The 1st National Conference on Technology and Innovation Management NCTIM 2015 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2554). **ไมโครคอนโทรลเลอร์**. [ ออนไลน์ ]. สืบค้นเมื่อ 23 เมษายน 2557 จาก <https://th.wikipedia.org/wiki>.
- วิษณุ ศรีวงษา. (2556). **วัดระดับน้ำ 111 ปี**. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน
- ยศพงษ์ ลออนวล. (2556). **การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบต่อที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย**. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุตามณี วิชัย และคณะ. (2556). **เครื่องไล่สัตว์รบกวนด้วยคลื่นความถี่อัลตราโซนิก**. ขอนแก่น : ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สิตาวีร์ ระมิงค์วงศ์ และคณะ. (2557). **งานกระจกพาราโบลอยด์ โซลาร์เซลล์**. เชียงใหม่ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Best, John W. 1990. **Research in Education. 3rd ed.** Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, Inc.

Harter Stephe P. (1986). **Online Information Retrieval: Concept, principles, techniques.** Orando,Fl: Academic Press.

John Feather and Paul Sturges. (1996). **International Encyclopedia of Information and Library Science.** New York : Routkedge Taylor & Francis Group.

