รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
การตรวจวัดระดับน้ำแสดงผลแบบเวลาจริงผ่านระบบสื่อสารไร้สาย

โดย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ ศรีวรมาศ และคณะ

มกราคม 2557

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
การตรวจวัดระดับน้ำแสดงผลแบบเวลาจริงผ่านระบบสื่อสารไร้สาย
Wireless Real-Time Water Level Monitoring

คณะผู้วิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษณ์ ศรีวรมาศ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มงคล ปุษยตานนท์
3. ดร.บงกช สุขอนันต์

สังกัด

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2553

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัย การตรวจวัดระดับน้ำแสดงผลแบบ Real-Time ผ่านระบบการสื่อสารไร้สาย นี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2553 เป็นการประยุกต์ใช้หลักการสะท้อนของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดคลื่นจากตำแหน่งอ้างอิงไปยังผิวน้ำที่ต้องการวัดค่าระดับ จากนั้นทำการคำนวณและปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาระดับน้ำในหน่วยมาตรฐาน ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการนำเสนอการสร้างเครื่องมือวัดระดับน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งได้ทำการติดตั้งการทดสอบภาคสนามที่ สถานีวัดระดับน้ำอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ทั้งนี้ข้อมูลที่วัดได้จะทำการตรวจสอบกับระดับน้ำที่ดำเนินการโดยกรมชลประทานในบริเวณที่ใกล้เคียงกัน เครื่องมือที่ออกแบบสร้างในงานวิจัยนี้ใช้ต่อหยั่งสัญญาณแบบคลื่นเสียงความถี่สูงทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำหน้าที่แปลผลข้อมูลจากตัวหยั่งสัญญาณให้แปลระดับน้ำในหน่วยเมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติแบบไร้สายมายังเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งทำการตรวจสอบและปรับแก้ความถูกต้องของข้อมูลเพื่อนำเสนอที่หน้าเว็บไซต์ ซึ่งเป็นแหล่งฐานข้อมูลเปิดอิสระ โดยผู้สนใจทั่วไปสามารถล็อกอิน และนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้โดยเสรี

ผลการดำเนินการวิจัยพบว่า ระบบการส่งผ่านข้อมูลและเครื่องมือที่สร้างขึ้นมานั้น สามารถทำงานบรรลุเป้าหมายของการดำเนินการวิจัยอันได้แก่ ได้เครื่องมือที่สามารถวัดระดับน้ำด้วยระบบอิเลคทรอนิกส์ที่สามารถส่งข้อมูลแบบท่วงทันเวลาจริง (Real-Time) โดยสามารถเชื่อมต่อกับเว็บไซต์ที่สร้างขึ้นโดยใช้เครื่องมือสื่อสารไร้สายผ่านระบบอินเตอร์เน็ตที่มีค่าลงทุนต่ำ สำหรับการทดสอบในภาคสนามในช่วงเวลาศึกษา ผลการศึกษาได้สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการใช้งานได้เป็นอย่างดี

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอการสร้างเครื่องมือวัดระดับน้ำตามธรรมชาติ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มักจะเกิดอุทกภัย วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาเพื่อนำข้อมูลที่วัดได้ไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ผล สำหรับใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วม เครื่องมือที่ออกแบบสร้างในงานวิจัยนี้ใช้ต่อหยั่งสัญญาณแบบคลื่นเสียงความถี่สูงทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำหน้าที่แปลผลข้อมูลจากตัวหยั่งสัญญาณให้แปลระดับน้ำในหน่วยเมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติแบบไร้สายมายังเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งทำการตรวจสอบและปรับแก้ความถูกต้องของข้อมูลเพื่อนำเสนอที่หน้าเว็บไซต์ โดยผู้สนใจทั่วไปสามารถล็อกอินเข้ามาดู และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ได้ โดยสามารถนำไปประมาณอัตราการไหลได้

Abstract

This research presents the development of a water level measuring equipment in a river, especially in frequent flooding area. This is to analyses water level data for flood warning. The water level measuring equipment includes a ultrasonic sensor associated with a microcontroller which converts sensor signals into water levels in a unit of meter from mean sea level. The data is sent by a wireless device to server a where the inspection and correction are made before web publishing. The access to the data is open to any person who is interested in using the river water levels for discharge estimation.

สารบัญ

หน้า

บทสรุปผู้บริหาร ..... **ก**
บทคัดย่อ ..... **ข**
สารบัญ ..... **ค**
สารบัญตาราง ..... **ง**
สารบัญรูป ..... **จ**
1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 แผนการดำเนินการวิจัย 2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3
2 ข้อมูลพื้นฐานและวิธีวิจัย 4
2.1 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัย 4
2.2 วิธีวิจัย 8
3 ชุดตรวจวัดระดับน้ำ 13
3.1 อุปกรณ์พื้นฐานในการสร้างชุดตรวจวัดระดับน้ำ 13
3.2 การออกแบบติดตั้งชุดวัดระดับน้ำ 14
3.3 การทำงานของชุดวัดระดับน้ำ 19
4 การวิเคราะห์และปรับแก้ข้อมูล 22
4.1 ความถูกต้องของข้อมูล 24
4.2 การปรับแก้ข้อมูล 25
4.2.1 วิธีการเฉลี่ยค่า (Moving Average) 25
5 การนำเสนอข้อมูล 28
เอกสารอ้างอิง **37**
ภาคผนวก **38**

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินการวิจัย.....3
4.1 ระดับน้ำของลำน้ำมูล ณ บริเวณสถานีวัดน้ำ M7 ในวันที่ 1-7 ตุลาคม พ.ศ. 2553 22
5.1 ตารางการเปรียบเทียบกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหล 33

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 ตำแหน่งสถานี M7 และเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 1
2.1 สภาพอุทกภัยเมื่อปี 2545 (ฝายราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ ห้วยขะยุง 4
2.2 แบบจำลองผลของอุทกภัยเมื่อปี 2545 5
2.3 การรายงานสภาพน้ำจากสถานีโทรมาตรขนาดใหญ่แสดงข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำ 6
2.4 การนำเสนอข้อมูลระดับน้ำกับเวลา 2544-2545 7
2.5 องค์ประกอบสำหรับสถานีวัดน้ำ 11
2.6 การเชื่อมต่อระหว่างสถานีวัดน้ำแต่ละแห่งกับระบบอินเตอร์เน็ต 11
2.7 แผนภาพวิธีวิจัย 12
3.1 ตัวหยั่งสัญญาณประเภท Ultrasonic สำหรับใช้วัดระดับน้ำ 13
3.2 ไมโครโปรเซสเซอร์ ET-ARM7 14
3.3 อุปกรณ์รับส่งข้อมูล 14
3.4 รูปลักษณะของชุดวัดระดับน้ำรูปแบบที่ 1 15
3.5 การทดสอบการทำงานของตัวประมวลผลและตัวรับส่งข้อมูล 16
3.6 สถานีวัดน้ำ M7 กรมชลประทาน 17
3.7 รูปลักษณะของชุดวัดระดับน้ำรูปแบบที่ 2 17
3.8 รูปตัวหยั่งสัญญาณเพื่อวัดระดับน้ำ 18
3.9 รูปตัวประมวลผลและส่งข้อมูล sms 18
3.10 รูปสัญญาณที่วัดได้จากตัวหยั่งสัญญาณ 19
3.11 คาบเวลาหรือความกว้างของพัลส์ที่ใช้ในการคำนวณ 19
3.12 การโหลดโปรแกรมเข้าตัวประมวลหลังการติดตั้งชุดวัดที่สถานีวัดน้ำ M7 20
3.13 ข้อมูลระดับน้ำที่ได้รับจากตัวส่ง sms 21
4.1 ระดับน้ำในแม่น้ำมูลที่สถานี M7 ณ วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2553 24
4.2 Staff gauge ที่สถานีวัดน้ำ M7 25
4.3 ข้อมูลระดับน้ำ เทียบกับข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้โดยวิธีเฉลี่ยค่า 26
4.4 ข้อมูลระดับน้ำ เทียบกับข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้ด้วยวิธีเฉลี่ยค่าแบบเอ็กโปเนนเชียล 27
4.5 ข้อมูลระดับน้ำ เทียบกับข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้ด้วยวิธีเฉลี่ยค่าแบบให้น้ำหนัก 27

สารบัญรูป (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.6 ข้อมูลระดับน้ำ เทียบกับข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดาโดยการคัดกรองข้อมูลที่ผิดพลาดก่อน....28
5.1 เครื่องมือวัดความลึกและความเร็วการสำหรับรูปตัดลำน้ำในภาคสนาม....29
5.2 รูปตัดลำน้ำบริเวณสถานี M7....30
5.3 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระดับและอัตราการไหลสถานี M7....31
6.1 หน้าเว็บไซต์ uburesearch.com....33
6.2 ข้อมูลระดับน้ำเป็นตัวเลขบนหน้าเว็บ....34
6.3 ข้อมูลระดับน้ำเป็นกราฟเส้นบนหน้าเว็บ....34

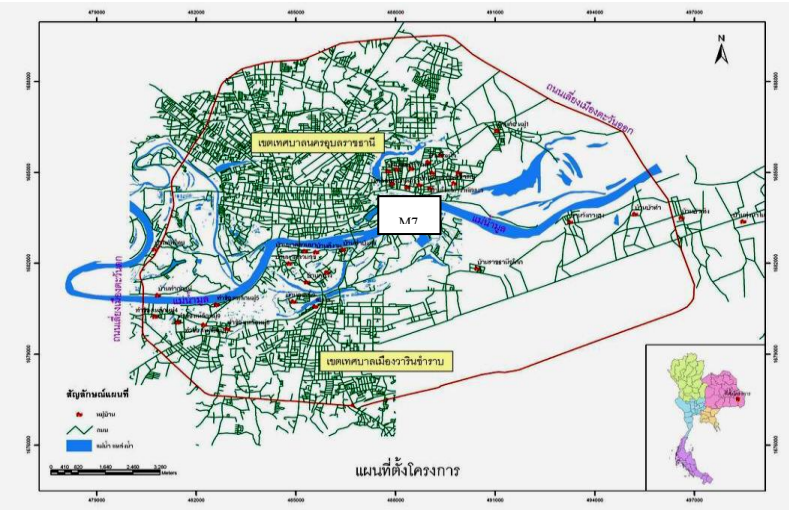
1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

เนื่องด้วยการสำรวจและเก็บข้อมูลระดับน้ำ เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลทางอุตุ-อุทกวิทยา ข้อมูลที่เก็บได้จากการสำรวจมีความสำคัญในการนำไปใช้วิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำฝนและสภาพอากาศในแต่ละช่วงเวลาของปี เพื่อใช้ทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ปรากฏขึ้น อันได้แก่ ภัยแล้ง น้ำท่วม หรือภาวะอื่นใดที่ได้รับผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติที่มีในแต่ละปี

ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีแม่น้ำหลายสายที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ในชุมชน หนึ่งในจำนวนแม่น้ำเหล่านั้นคือแม่น้ำมูล ซึ่งมีความยาวโดยประมาณ 640 กิโลเมตร มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาตอนใต้ของจังหวัดนครราชสีมา ไหลผ่านจังหวัดบุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และไหลลงแม่น้ำโขงที่จังหวัดอุบลราชธานี ถือได้ว่า แม่น้ำมูลเป็นแม่น้ำที่มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตของประชาชนถึง 5 จังหวัด

กรมชลประทาน ได้เห็นความสำคัญของการจัดเก็บข้อมูลระดับน้ำในลำน้ำมูล และได้จัดให้มีการจัดเก็บข้อมูลระดับน้ำมา ตั้งแต่ปี พ.ศ.2497 จนถึงปัจจุบัน ที่บริเวณสถานีวัดระดับน้ำ ณ สะพานเสรีประชาธิปไตย (M7) อำเภอเมืองอุบลราชธานี ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ระบบฐานข้อมูลดังกล่าวได้ถูกจัดเก็บโดยสำนักงานชลประทานและสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดอุบลราชธานี แต่เดิมการอ่านข้อมูลและการจัดเก็บกระทำโดยการบันทึกโดยพนักงานและนำข้อมูลบันทึกเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยใช้พนักงานอ่านค่าและบันทึกข้อมูล และได้พัฒนามาเป็นระบบเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติ และรายงานผลได้บนระบบอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน



รูปที่ 1.1 ตำแหน่งสถานี M7 และเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี

(ที่มา -โครงการการศึกษาสภาพและแนวทางแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัย จังหวัดอุบลราชธานี 2547)

อย่างไรก็ตาม การดำเนินการจัดทำระบบจัดเก็บข้อมูลระดับน้ำโดยสถานีวัดระดับน้ำของกรมชลประทาน มีค่าใช้จ่ายสูง และถึงแม้จะมีการรายงานผลทางอินเตอร์เนต แต่การเข้าถึงข้อมูล ที่มีรายละเอียดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเชิงวิชาการ ยังคงต้องติดต่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลผ่านหน่วยงานที่รับผิดชอบ ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากและล่าช้า เป็นสาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้ไม่ได้รับประโยชน์สูงสุดจากข้อมูลที่สำรวจและจัดเก็บมาได้

คณะผู้วิจัย เล็งเห็นประโยชน์ จากการร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐเพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดต้นแบบที่มีขีดความสามารถเทียบเท่ากับเครื่องมือวัดมาตรฐาน เพื่อสำรวจ วัด และจัดเก็บข้อมูลระดับน้ำ และสามารถเผยแพร่ให้มีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำได้อย่างกว้างขวาง เพื่อประโยชน์สูงสุดทั้งต่อทางราชการ และต่อประชาชนทั่วไปซึ่งมีพื้นฐานและอาชีพหลักด้านเกษตรกรรม ทั้งนี้ข้อมูลยังสามารถใช้เพื่อวิเคราะห์ด้านการเฝ้าระวังอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

โครงการวิจัยชิ้นนี้จัดทำขึ้นเพื่อจุดประสงค์หลักในการจัดเก็บข้อมูลระดับน้ำและแสดงผลตามเวลาจริง โดยข้อมูลที่จัดแสดงส่วนหนึ่ง จะเป็นข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย จึงสามารถแยกเป็นข้อย่อยได้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวัดระดับน้ำแบบอัตโนมัติผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหล
3. เพื่อสามารถรายงานระดับน้ำในระบบฐานข้อมูลเปิดและมีอิสระในการนำฐานข้อมูลไปใช้อย่างน่าเชื่อถือ

1.3 แผนการดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการวิจัย แสดงตามงานและช่วงเวลาของการทำได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินการวิจัย

ลำดับ	กิจกรรม	เดือนที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	การรวบรวมข้อมูลและสำรวจเบื้องต้น												
2	ออกแบบเครื่องมือวัดและวงจรอิเล็กทรอนิกส์												
3	สร้างเครื่องมือวัด												
4	วัดค่าตัวแปรทางชลศาสตร์												
5	ทดลองวัดอัตราการไหล/ระดับน้ำ												
6	ปรับเทียบค่าการวัดกับค่ามาตรฐาน												
ลำดับ	กิจกรรม	เดือนที่											
		13	14	15	16	17	18						
7	พัฒนาระบบเชื่อมโยงระบบและติดตั้ง												
8	ทดสอบการวัดค่าในสนาม												
9	การเขียนรายงาน												

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการพัฒนาเครื่องวัดระดับน้ำ และแสดงผลในเวลาจริงบนอินเตอร์เนต ผลที่คาดว่าจะได้รับ เมื่องานวิจัยสำเร็จคือ

1. เครื่องมือที่สามารถวัดระดับน้ำได้ด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีราคาเหมาะสม และสามารถแสดงข้อมูลได้บนระบบเครือข่าย
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับข้อมูลที่ถูกต้อง และทันเวลา
3. ข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลในเวลาจริง (Realtime)
4. ระบบที่สร้างขึ้นเป็นระบบอัตโนมัติ เชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เนต ที่มีค่าใช้จ่ายน้อย

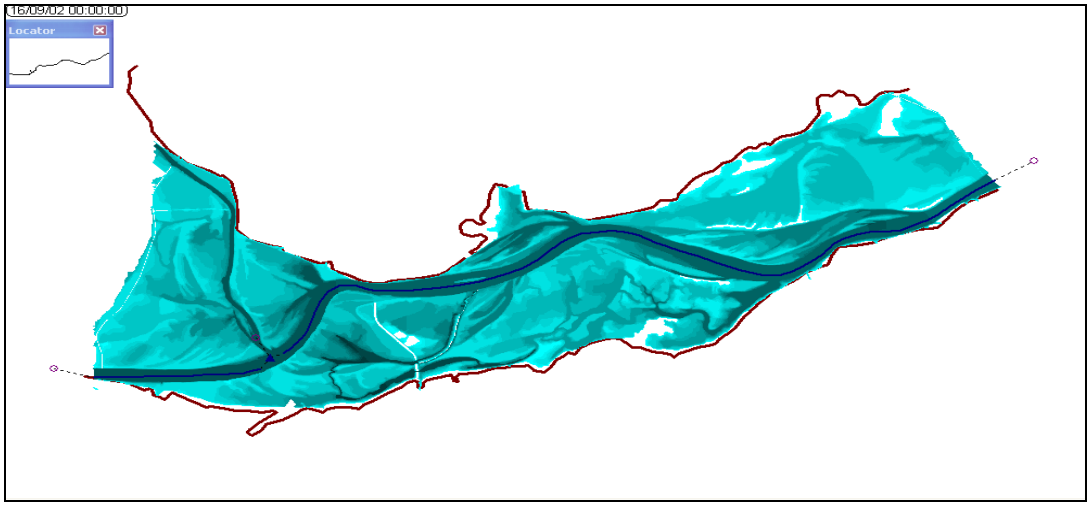
2 ข้อมูลพื้นฐานและวิธีวิจัย

2.1 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัย

การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำมีความสำคัญในการพิจารณาและทำนายปริมาณการไหลและระดับน้ำ อันจะทำให้เป็นแนวทางการจัดการน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชุมชนเศรษฐกิจการวางแผนการป้องกันน้ำท่วมและภัยแล้ง ระดับน้ำมูลที่สถานี M7 มีระดับสูงถึง +115.77 ม.รทก. ในวันที่ 2 ต.ค. 2545 (ค่าเฉลี่ย +114.77 ม.รทก.) ส่งผลทำให้เกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ที่สุดครั้งหนึ่งในประวัติศาสตร์จังหวัดอุบลราชธานี ดังแสดงในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 สภาพอุทกภัยเมื่อปี 2545 (ฝายราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ ห้วยขะยุง
อำเภอเมืองอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ อำเภอพิบูลมังสาหาร ลำโดมน้อย และเขื่อนปากมูล
(ที่มา- โครงการการศึกษาสภาพและแนวทางแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัย จังหวัดอุบลราชธานี 2547)

โครงการแบบจำลองสภาพน้ำท่วมพื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำมูล โดยมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเพื่อทราบระดับน้ำและพื้นที่ท่วมนอง บริเวณเขตเทศบาลนครอุบลราชธานีและเทศบาลเมืองวารินชำราบ โดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ InfoWorks RS และข้อมูลสารสนเทศ เพื่อศึกษาและคาดคะเนการเกิดอุทกภัย บริเวณเทศบาลนครอุบลราชธานี และเทศบาลเมืองวารินชำราบ จากการทบทวนผลการศึกษาพบว่า ความแม่นยำในการวิเคราะห์ผลการศึกษาโดยส่วนใหญ่มาจากการมีข้อมูลที่ครบถ้วนต่อเนื่อง และกระจายครอบคลุมพื้นที่ศึกษาอย่างพอเพียงที่จะสามารถใช้ศึกษาได้อย่างถูกต้อง สถานีวัดน้ำที่สำคัญในการศึกษาได้แก่สถานี M7 สภาพอุทกภัยเมื่อปี 2545 ที่ได้จากแบบจำลอง Infowork RS แสดงในรูปที่ 2.2

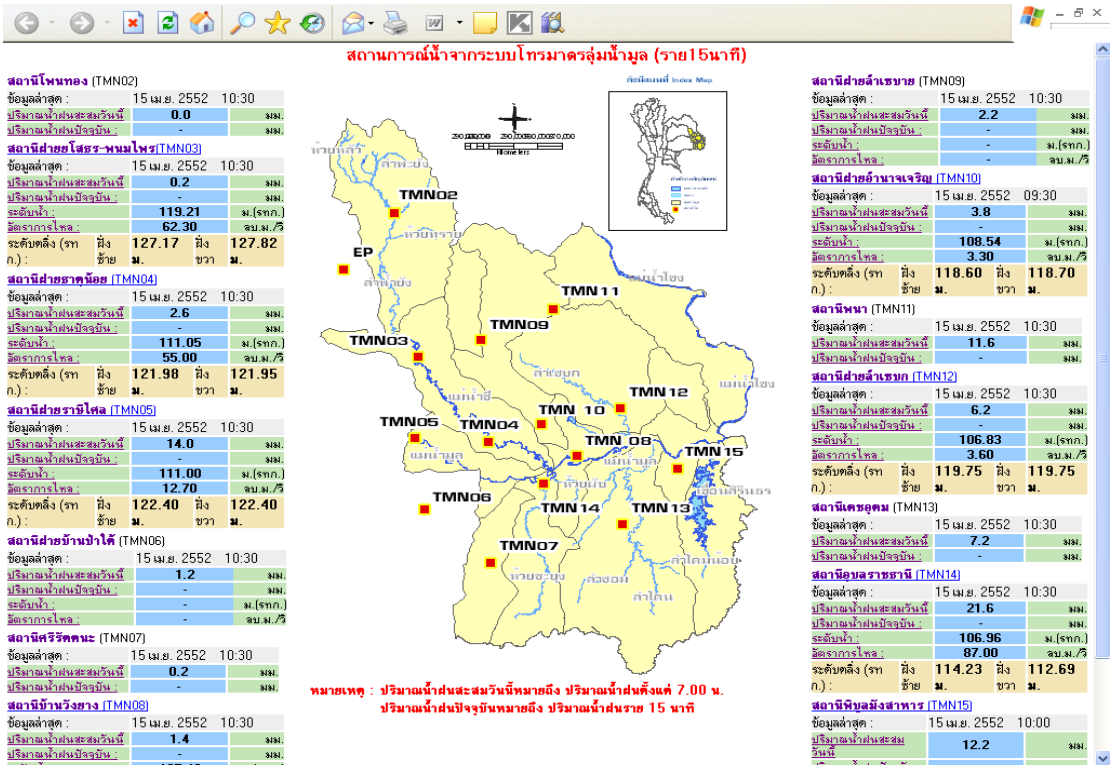


รูปที่ 2.2 แบบจำลองผลของอุทกภัยเมื่อปี 2545

(ที่มา - โครงการการศึกษาสภาพและแนวทางแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัย จังหวัดอุบลราชธานี 2547)

สถานีวัดระดับน้ำ M7 เป็นหนึ่งสถานีวัดน้ำที่มีความสำคัญระบบการติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำในโครงข่ายลำน้ำมูล ดังจะเห็นได้จากข้อมูลที่สะสมมาเป็นระยะเวลายาวนาน 55 ปี (2497-ปัจจุบัน) ช่วงเวลาที่ผ่านมา การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จากข้อมูลที่รวบรวมได้เป็นการวิเคราะห์สถานการณ์น้ำที่ได้เกิดผ่านไปแล้วมากกว่าการทำนายคาดการณ์ในอนาคต ทั้งนี้เนื่องจากขาดข้อมูลทางด้านต้นน้ำที่จะแสดงให้เห็นถึงปริมาณการหลากของน้ำในระดับที่จะช่วยให้การตัดสินใจอย่างทันเหตุการณ์ ดังนั้นหากในอนาคตการติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับน้ำสามารถกระทำได้อย่างง่าย การลงทุนด้านค่าใช้จ่ายต่ำ ใช้บุคลากรน้อย และมีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น ก็จะสามารถทำให้การจัดการน้ำทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

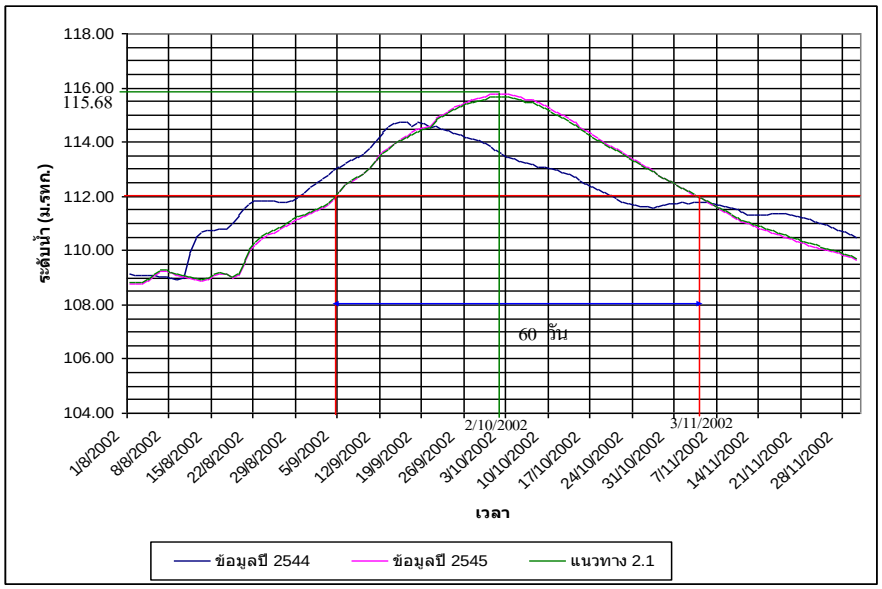
อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากรมชลประทานจะได้ดำเนินการติดตั้งโครงข่ายสถานีวัดน้ำอัตโนมัติในลุ่มน้ำมูลและชีมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง แต่การนำเสนอผลการตรวจวัดข้อมูลเชิงอุตุ-อุทกวิทยาเป็นไปในลักษณะที่เข้าชมได้อย่างเดียว การนำข้อมูลไปใช้งานกระทำได้โดยผู้เข้าชมจดบันทึกและวิเคราะห์เองซึ่งขาดความต่อเนื่องในการแสดงข้อมูลย้อนหลัง เป็นเพียงการรอชมข้อมูลที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเท่านั้น ลักษณะการนำเสนอข้อมูลอัตโนมัติราย 15 นาทีของสถานีกรมชลประทาน แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การรายงานสภาพน้ำจากสถานีโทรมาตรขนาดใหญ่แสดงข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำ (ที่มา www.thaiwater.net/)

การรายงานสถานการณ์ระดับน้ำที่สถานี M7 ซึ่งเป็นตัวแทนระดับน้ำอำเภอเมือง และอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ทำให้ทราบถึงค่าตัวแปรทางอุทกวิทยา ต่างๆ เช่น ระดับน้ำ อัตราการไหลและความเร็วการไหลของน้ำ นอกจากนี้แล้วยังทำให้ทราบว่า การกระจายของน้ำแผ่กระจายเป็นพื้นที่เท่าใด การรายงานระดับน้ำที่สถานี M7 ทำได้โดยการใช้การอ่านค่า Staff gauge และนำเข้าข้อมูลใน Excel แต่ในปัจจุบันได้มีการเขียนรายงานโดยใช้เทคโนโลยีไร้สาย และรายงานโดยตรงผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำทางด้านเหนือท้ายน้ำนั้น จะทำให้ทราบถึงความต่อเนื่องของระดับน้ำ การที่มีสถานีวัดน้ำที่ครอบคลุมตลอดความยาวของลำน้ำ โดยมีช่วงเวลาการเก็บสะสมข้อมูลที่สอดคล้องกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีการตรวจวัดที่เป็นปัจจุบันแล้วก็จะสามารถทำให้การนำเสนอภาพสถานการณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของระดับกับเวลาของแต่สถานีวัด ดังแสดงในรูปที่ 2.4 เพื่อนำเสนอการเปลี่ยนแปลงความต่อเนื่องของผิวน้ำที่สัมพันธ์กันระหว่างสถานีวัดทั้งโครงข่าย ก็จะสามารถวิเคราะห์สถานการณ์น้ำได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.4 การนำเสนอข้อมูลระดับน้ำกับเวลา 2544-2545
(ที่มา -โครงการการศึกษาสภาพและแนวทางแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัย จังหวัดอุบลราชธานี 2547)

การวางแผนการจัดเก็บข้อมูลทั้งลำน้ำเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ ได้แก่ การกำหนดตำแหน่งสถานีวัดที่เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอ มีการเชื่อมโยงฐานข้อมูลเดิมเข้ากับข้อมูลปัจจุบัน การแสดงผลที่อยู่ในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้โดยง่าย และมีฐานข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในลักษณะที่เผยแพร่ได้อย่างแพร่หลาย ดังนั้นการพัฒนาระบบการตรวจวัดระดับน้ำแสดงผลแบบ Real-time ผ่านระบบสื่อสารไร้สาย จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการที่จะทำให้การวางแผนสร้างโครงข่ายการตรวจวัดข้อมูลระดับน้ำมีข้อจำกัดที่ลดลงได้

ในการคำนวณหาค่าอัตราการไหลในลำน้ำ โดยใช้สมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation)

$$Q = Av \tag{2.1}$$

เมื่อ Q คือค่าอัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

A คือ หน้าตัดการไหล และ v คือความเร็วเฉลี่ยที่หน้าตัดการไหล (เมตรต่อวินาที)

โดยที่ความเร็วเฉลี่ยที่หน้าตัดการไหลสามารถคำนวณได้จากสมการของแมนนิ่ง (Manning Equation)

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \tag{2.2}$$

เมื่อ n คือสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำของแมนนิ่ง

R คือรัศมีทางชลศาสตร์ (Hydraulic Radius)

S คือความลาดชันของท้องน้ำ (Slope)

การคำนวณหาหน้าตัดการไหล ขึ้นอยู่กับรูปร่างของลำน้ำ ซึ่งสามารถหาได้จากการสำรวจรังวัดภาคสนาม ที่สัมพันธ์กับระดับน้ำในแต่ละช่วงเวลาที่วัดได้ สำหรับการวัดค่าความเร็วเฉลี่ยนั้นใช้เครื่องมือสำหรับวัดความเร็วของกระแสน้ำ (Current meter) ทำการวัดค่าหลายๆค่าที่ระดับความลึกและกระจายทั้งหน้าตัดอย่างสม่ำเสมอ ทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นตัวแทนความเร็วของหน้าตัดที่ความลึกต่างๆ

การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหล แสดงอยู่ในรูปของกราฟเส้นโค้งที่สามารถหาค่าความสัมพันธ์ที่เชื่อได้ (Rating Curve) การได้ค่าระดับน้ำจากภาคสนาม สามารถเปลี่ยนไปเป็นปริมาณการไหลของน้ำได้โดยใช้สมการ Rating curve หรืออ่านค่าความสัมพันธ์จากกราฟที่ได้สร้างไว้ ดังนั้นการได้มาซึ่งค่าระดับน้ำ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการที่ศึกษาปริมาณและความเร็วการไหลของน้ำในลำน้ำ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ การสำรวจรูปตัดลำน้ำและปรับเทียบค่าความเร็วการไหลในภาคสนามจะถูกสำรวจและทบทวนความเข้ากันได้ของข้อมูลระหว่างผลการศึกษาและข้อมูลมาตรฐานที่มีอยู่ และเมื่อได้พัฒนาเครื่องมือต้นแบบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะดำเนินการทดสอบเครื่องมือในห้องปฏิบัติการและติดตั้งในภาคสนามต่อไป การติดตั้งเครื่องมือต้นแบบจะติดตั้งคู่ขนานไปกับสถานีวัดระดับน้ำอัตโนมัติของกรมชลประทานและสถานี M7 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เปรียบเทียบกันได้โดยจะทำการทดสอบจัดเก็บเป็นระยะเวลา 6 เดือน ในขณะเดียวกันการพัฒนาเครื่องมือรับข้อมูลและการแสดงผลในระบบอินเทอร์เน็ตจะได้พัฒนาควบคู่กันไป
เครื่องมือต้นแบบที่จะพัฒนาขึ้นนั้น จะต้องทำการสอบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานที่มีใช้อยู่จริงภาคสนาม เพื่อให้เครื่องมือมีหลักการทำงานที่ไม่ซับซ้อน บำรุงรักษาได้โดยง่าย มีระบบสำรองความปลอดภัยของข้อมูล ระบบสำรองพลังงาน ทนทานต่อสภาพอากาศทั่วไปของพื้นที่ ราคาไม่แพง และสามารถใช้งานได้จริง

2.2 วิธีวิจัย

การวัดระดับน้ำสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การวัดระดับการขึ้นลงของลูกลอย การวัดโดยใช้แผ่นวัดระดับน้ำ การวัดความแตกต่างของแรงดันผ่านเซนเซอร์ การวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าการเก็บประจุ การใช้คลื่นความเร็วเหนือเสียง (Ultrasonic) ด้วยเทคนิคแบบ Doppler เป็นต้น โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การวัดระดับน้ำด้วย Ultrasonic แบบ Doppler เป็นพื้นฐาน โดยให้ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผล และเชื่อมต่อกับระบบสื่อสารไร้สาย

หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องมือวัดระดับแบบอุลตราโซนิกนั้นคือ การสร้างสัญญาณเสียงความถี่สูง โดยปกติใช้ความถี่ 42 กิโลเฮิซ์ท จากเซนเซอร์ที่ติดตั้งอยู่เหนือระดับน้ำ จากนั้นสัญญาณเสียงที่สร้างขึ้นจะเดินทางไปกระทบผิวน้ำและสะท้อนกลับมายังตัวเซนเซอร์ โดยมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับคำนวณเวลาของสัญญาณเสียงที่ส่งออกไปและสะท้อนกลับ ทำให้สามารถคำนวณระยะทางระหว่างตัวเซนเซอร์และระดับผิวน้ำได้ โดยใช้ความเร็วของเสียงที่เดินทางในอากาศเป็นตัวอ้างอิง แต่เนื่องจากความเร็วเสียงที่เดินทางในอากาศมีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการวัดอุณหภูมิพร้อมกันด้วย เพื่อทำการชดเชยความเร็วที่เปลี่ยนแปลง โดยระยะห่างระหว่างเซนเซอร์ และระดับน้ำ (D) สามารถคำนวณได้จาก

$$D = \frac{vt}{2} \qquad (2.3)$$

เมื่อ v คือ ความเร็วเสียงในอากาศ

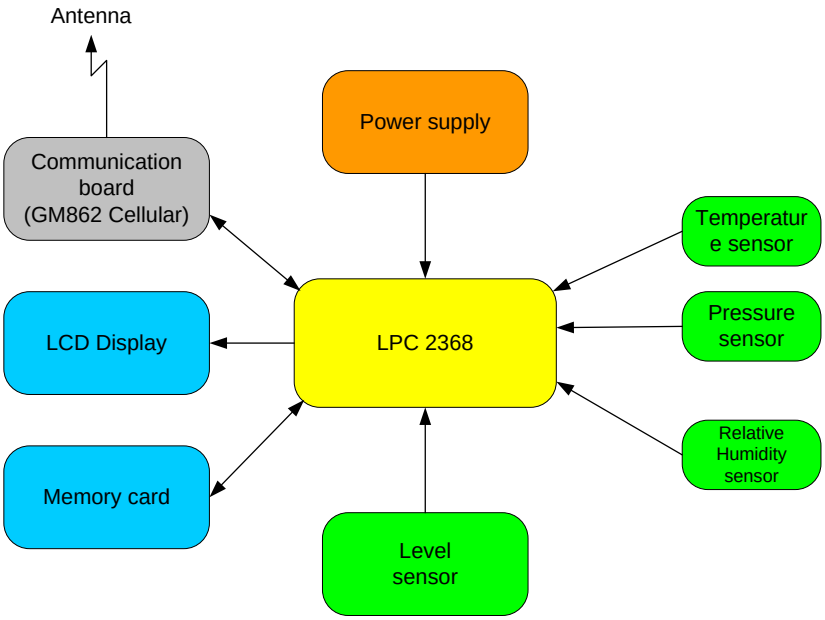
t คือ เวลา

ระดับน้ำที่วัดได้จะแสดงผลโดยเซนเซอร์วัดระดับ โดยให้สัญญาณทางไฟฟ้า เช่น 4-20 mA หรือ 0- 5 โวลต์หรือ 0 -10 โวลต์ หรือในรูปแบบสัญญาณทางดิจิตอล ดังนั้นสัญญาณที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ขนาด 32 บิต รุ่น LPC2368 ซึ่งมีความสามารถในการรับข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม USB, SPI และ Ethernet และสามารถต่อเข้ากับโมดูลการสื่อสารผ่านโทรศัพท์มือถือได้อีกด้วย นอกจากค่าระดับน้ำที่สามารถวัดได้จากเครื่องมือวัดระดับแล้ว ยังสามารถเพิ่มเซนเซอร์ชนิดต่างๆเข้าไปในระบบการวัดได้อีก เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการวิเคราะห์สภาวะอากาศ เช่น อุณหภูมิ, ความดันบรรยากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ตัวเดียวกัน จากนั้นข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ทั้งหมด จะถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเพิ่มเติมที่ต่อพ่วงกับไมโครคอนโทรเลอร์ และตัวไมโครคอนโทรเลอร์จะต่อพ่วงอยู่กับบอร์ดสื่อสารชนิด GM862 Cellular Quad Band Module ซึ่งเป็น M2M (Machine to Machine communication) ผ่านระบบสื่อสารแบบย่าน 850/900/1800/1900 MHz โดยใช้ SIM card ของโทรศัพท์มือถือทั่วไป ดังนั้นเมื่อต้องการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์ที่สถานีวัดต่างๆ ก็สามารถทำการเชื่อมต่อโทรศัพท์เข้ามาที่ไมโครคอนโทรเลอร์ตัวนั้นๆ และสามารถทำการถ่ายโอนข้อมูลที่ต้องการได้ ผ่านโมเด็มหรือพอร์ตอนุกรม อย่างไรก็ตามการเชื่อมต่อไปยังไมโครคอนโทรเลอร์สามารถกระทำได้หลายช่องทางกล่าวคือผ่านทางระบบโทรศัพท์, SMS หรือ อินเตอร์เนทโดยเชื่อมผ่านทาง Ethernet port โดยที่ศูนย์ควบคุมจะได้รับข้อมูลผ่านช่องทางดังกล่าวและแสดงผลได้บนเวบไซด์ เพื่อเป็นการสะดวกแก่ผู้ที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้

รายละเอียดอุปกรณ์หลักที่เป็นองค์ประกอบสำหรับสถานีวัดน้ำแต่ละแห่ง และ ส่วนประกอบต่างๆแสดงไว้ในรูปที่ 2.5

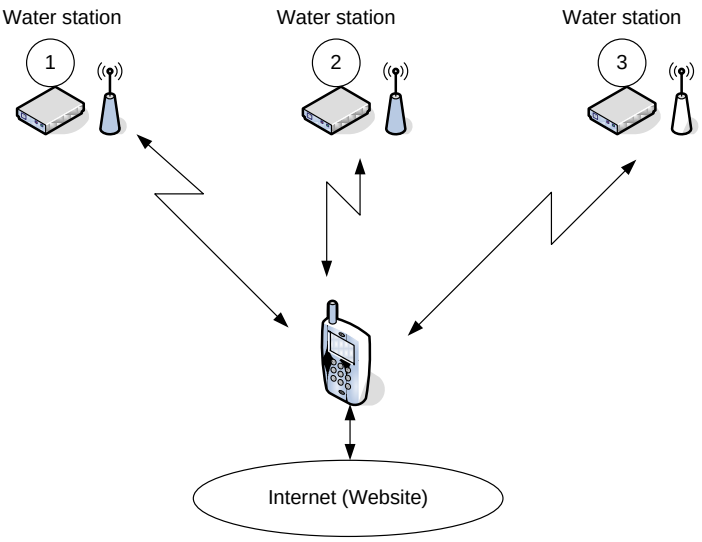
1. แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit) เป็นแหล่งจ่ายพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 10 วัตต์ 9.6 โวลต์ เก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 9 โวลต์ผ่าน DC/DC Converter เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับวงจรไฟฟ้าทั้งหมด
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ชนิด 32 บิต รุ่น LPC2368 Clock speed 72 MHz มีช่องสื่อสารแบบ Ethernet MAC, 512 kbit on chip flash program memory, 70 GPIO Channels, SD/MMC card interface เป็นศูนย์กลางของการรับข้อมูลจากเซนเซอร์ชนิดต่างๆ ประมวลผลข้อมูล จัดเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำ ส่งข้อมูลออกไปยังโมดูลสื่อสารเพื่อส่งข้อมูลไปยังระบบเครือข่าย และสามารถแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD ได้อีกด้วย ซึ่งชุดประมวลผลนี้จะถูกออกแบบให้ทำงานแบบประหยัดพลังงาน กล่าวคือจะทำงานเฉพาะเวลาที่มีการรับข้อมูลเข้าประมวลผลข้อมูล และ ติดต่อสื่อสาร เท่านั้น ส่วนในเวลาปกติชุดไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานในโหมด sleep เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน
3. เครื่องมือวัดระดับ (Level sensor) แบบอุลตราโซนิค ชนิด Doppler มีความสามารถวัดระยะได้ไม่น้อยกว่า 15 เมตร มีสัญญาณขาออกแบบ 4-20 mA ใช้สำหรับการวัดระดับน้ำ โดยจะต้องสร้างจุดยึดเซนเซอร์ถาวรในริมฝั่งน้ำ และวัดค่าระดับน้ำขึ้น-ลง อ้างอิงจากตำแหน่งของเซนเซอร์
4. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature sensor) ชนิด Digital thermometer 9 บิต สามารถวัดอุณหภูมิได้ระหว่าง -55 ถึง 125 C ด้วยความผิดพลาด ±0.5 C เพื่อนำไปใช้คำนวณค่าชดเชยความเร็วของเสียงที่เดินทางในอากาศ เพื่อทำให้ค่าระดับน้ำที่วัดได้มีความถูกต้อง และสามารถใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับรายงานสภาวะอากาศ
5. เซนเซอร์วัดความดัน (Pressure sensor) ย่านวัด 15 -115 kPa ให้สัญญาณขาออก 0.2- 4.8 โวลต์ ใช้วัดความดันบรรยากาศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับรายงานสภาวะอากาศ
6. เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพันธ์ (Relative Humidity sensor) สามารถวัดความชื้นได้ 0 –100% RH ใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับรายงานสภาวะอากาศ
7. หน่วยบันทึกข้อมูล (Memory card) ชนิดมาตรฐานขนาด 1 GB ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ทุกชนิด และค่าต่างๆที่ประมวลผลได้
8. จอแสดงผล (LCD display) แบบ TFT สามารถแสดงภาพแบบกราฟฟิกขนาด 128 x 64 dots ใช้สำหรับแสดงผลที่ต้องการจากไมโครคอนโทรเลอร์ ณ สถานีตรวจวัด
9. โมดูลสื่อสาร (Communication module) พร้อมสายอากาศ สามารถเชื่อมต่อโดยระบบโทรศัพท์แบบ GSM ผ่านระบบ SMS, data, voice และ Fax ด้วยความเร็วสูงสุด 57.6 kbps และสามารถถ่านโอนข้อมูลผ่านระบบโมเด็มหรือพอร์ตอนุกรม และรองรับระบบ GPRS ใช้สำหรับสื่อสาร

ข้อมูลแบบไร้สายผ่านระบบโทรศัพท์ GSM เพื่อส่งถ่ายข้อมูลจากสถานีวัดน้ำไปยังระบบเครือข่าย เพื่อส่งผลไปยังเว็บไซด์ เพื่อแสดงผล



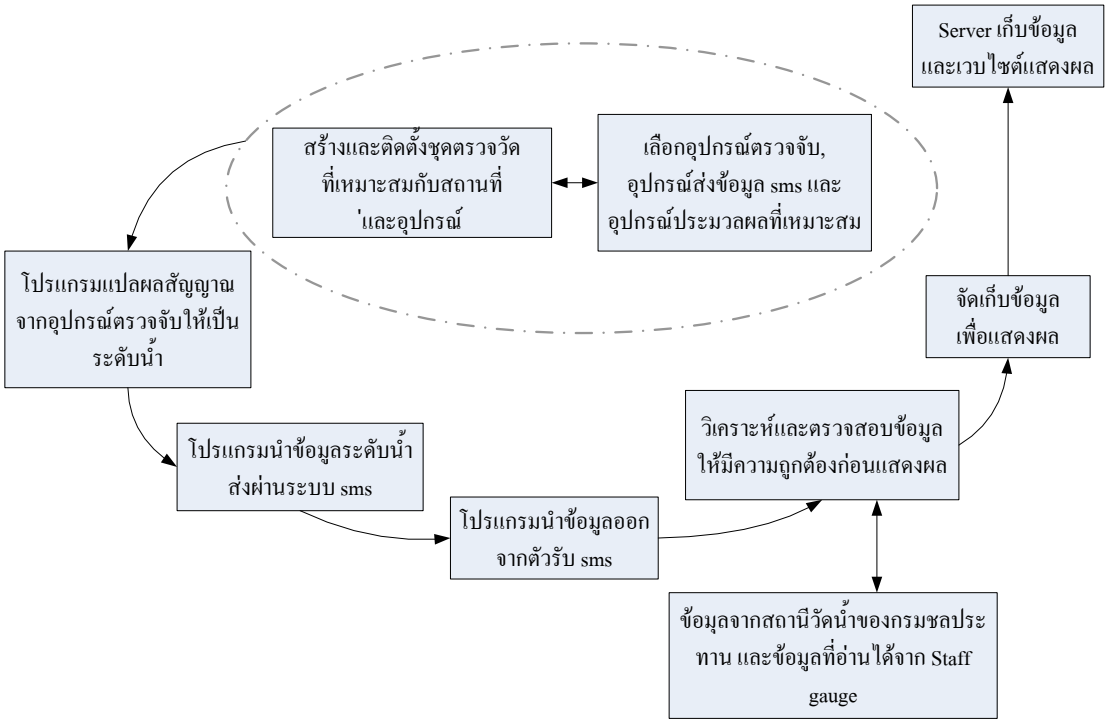
รูปที่ 2.5 องค์ประกอบสำหรับสถานีวัดน้ำ

การเชื่อมโยงข้อมูลจากสถานีวัดน้ำแต่ละแห่งจะสามารถติดต่อผ่านระบบโทรศัพท์ GSM มายังเวปไซด์ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ที่จะออกแบบขึ้นเพื่อแสดงผลการวัดพารามิเตอร์ต่างๆ และจะมีการแสดงผลภาพในรูปแบบกราฟฟิก เพื่อให้ผู้เข้าชมและผู้ที่สนใจนำข้อมูลไปใช้ได้สะดวก และจะมีการเก็บผลที่ได้ในรูปแบบไฟล์ Excel โดยจะมีการรายงานผลทุก 15 นาที เพื่อให้ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน



รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อระหว่างสถานีวัดน้ำแต่ละแห่งกับระบบอินเตอร์เน็ต

การทำวิจัยตรวจวัดระดับน้ำเพื่อแสดงผลตามเวลาจริงนี้ สามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แผนภาพวิธีวิจัย

3 ชุดตรวจวัดระดับน้ำ

การสร้างชุดตรวจวัดระดับน้ำ ต้องเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการวัด และออกแบบการติดตั้งให้เหมาะสมกับอุปกรณ์และสภาพพื้นที่ที่ต้องเอาไปติดตั้ง ซึ่งอุปกรณ์ที่สามารถสร้างเป็นชุดวัดระดับน้ำตามลักษณะดังที่ต้องการได้ ถูกเลือกมาดังอธิบายไว้ในหัวข้อย่อยต่อไปนี้

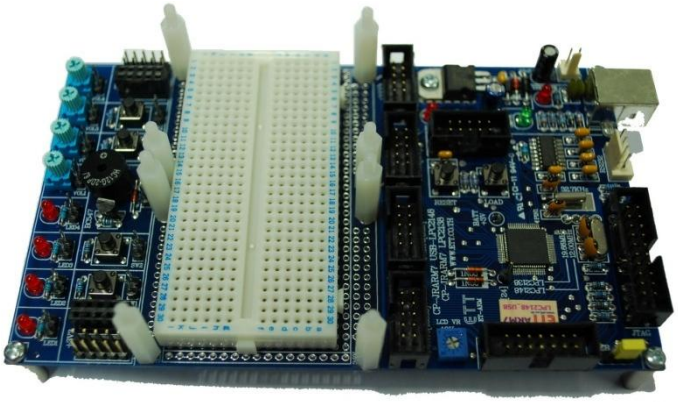
3.1 อุปกรณ์พื้นฐานในการสร้างชุดตรวจวัดระดับน้ำ

อุปกรณ์ที่ต้องใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างชุดตรวจวัดระดับน้ำ ประกอบไปด้วยสามส่วนคือตัวตรวจวัด (Sensor), ตัวประมวลผล และ ตัวรับส่งข้อมูล

ตัวตรวจวัด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับน้ำและแปลงเป็นสัญญาณ เพื่อจัดเก็บเป็นข้อมูล งานวิจัยชิ้นนี้ใช้ตัวตรวจวัด เป็นตัวหยั่งสัญญาณประเภท Ultrasonic ของบริษัท Maxsonar & MaxBotix รุ่น MB7060 ซึ่งมีคุณสมบัติคือทำงานในช่วงแรงดัน 3.3 – 5V มีค่าความละเอียดถึง 1 เซนติเมตร ลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์แสดงไว้ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ตัวหยั่งสัญญาณประเภท Ultrasonic สำหรับใช้วัดระดับน้ำ

ตัวหยั่งสัญญาณนี้จะให้สัญญาณซึ่งบอกถึงระยะทางระหว่างตัวมันและพื้นผิวน้ำ ซึ่งสัญญาณนี้ต้องถูกแปลงเป็นระยะทาง และเป็นระดับของพื้นน้ำด้วยอุปกรณ์ประมวลผล นอกจากนี้ ตัวประมวลผลจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับข้อมูลจากตัวหยั่งสัญญาณเข้ามาเก็บไว้ และสั่งให้ตัวส่งข้อมูลส่งข้อมูลออกไปยังตัวรับด้วย ในงานวิจัยชิ้นนี้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ET-ARM7 ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ไมโครโปรเซสเซอร์ ET-ARM7

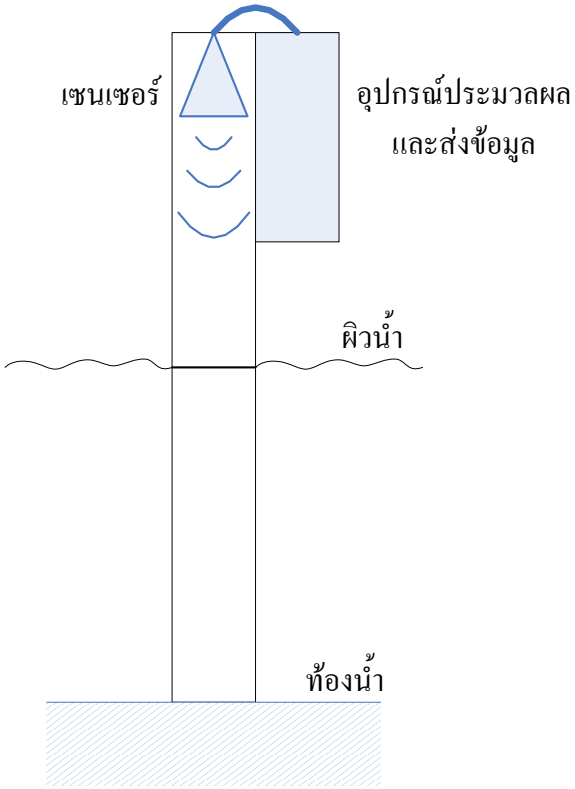
ข้อมูลที่ถูกแปลงเป็นระดับน้ำด้วยตัวประมวลผลที่จุดวัดระดับน้ำ จะถูกส่งออกไปยังตัวรับ ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลแบบไร้สาย ผ่านเครือข่ายของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ งานวิจัยชิ้นนี้ใช้ตัวรับและส่งข้อมูล Sim 300CZ GSM/GPRS ซึ่งมีคุณสมบัติคือสามารถทำงานได้ที่ 3 ความถี่คือ 900MHz, 1800MHz และ 1900 MHz สั่งงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านสาย RS-232 อุปกรณ์มีลักษณะดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 อุปกรณ์รับส่งข้อมูล

3.2 การออกแบบติดตั้งชุดวัดระดับน้ำ

เครื่องมือวัดระดับน้ำ ในเบื้องต้นถูกออกแบบให้มีลักษณะตามรูปที่ 3.4 ตามลักษณะที่เหมาะสมกับสถานที่ติดตั้งที่ได้ออกสำรวจไว้คือที่สะพานเสรีประชาธิปไตย โดยให้ตัวหยั่งสัญญาณแบบใช้คลื่นเสียง ติดตั้งอยู่ส่วนปลายของท่อยาว โดยท่อนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 1.5 – 2.00 นิ้ว และเนื่องจากสถิติระดับน้ำในแม่น้ำมูล ซึ่งเก็บโดยกรมชลประทาน ความสูงของระดับน้ำ ณ หน้าน้ำหลาก สูงสุดอยู่ที่ประมาณ 15 เมตร ความยาวของท่อจึงถูกออกแบบไว้ที่ 18 เมตรโดยประมาณ

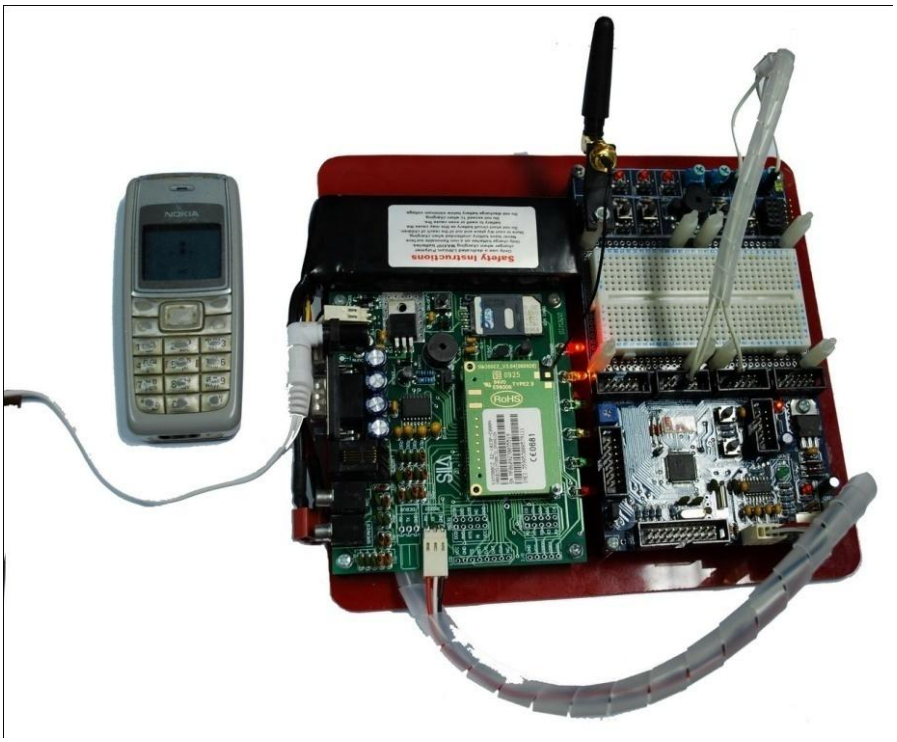
การติดตั้งตัวหยั่งสัญญาณในท่อนี้ก็เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในการวัดเนื่องจากพื้นผิวน้ำไม่นิ่ง และท่อนี้ยังใช้ประโยชน์เพื่อติดตั้งชุดอุปกรณ์การวัดให้อยู่เหนือแม่น้ำด้วย



รูปที่ 3.4 รูปลักษณะของชุดวัดระดับน้ำรูปแบบที่ 1

ความคลาดเคลื่อนของค่าที่วัดได้นั้นเนื่องมาจาก ลำคลื่นที่ตัวหยั่งสัญญาณปล่อยออกไปมีรัศมีขยายออกเป็นรูปกรวย และชนเข้ากับขอบข้างของท่อน้ำ ทำให้สัญญาณที่สะท้อนกลับมายังตัวหยั่งสัญญาณบอกระยะไปยังพื้นน้ำคลาดเคลื่อนไป ดังนั้นจึงเป็นข้อจำกัดของการใช้ตัวหยั่งสัญญาณชนิดนี้ว่า ต้องไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างตัวหยั่งกับวัตถุที่ต้องการวัดระยะไปถึง

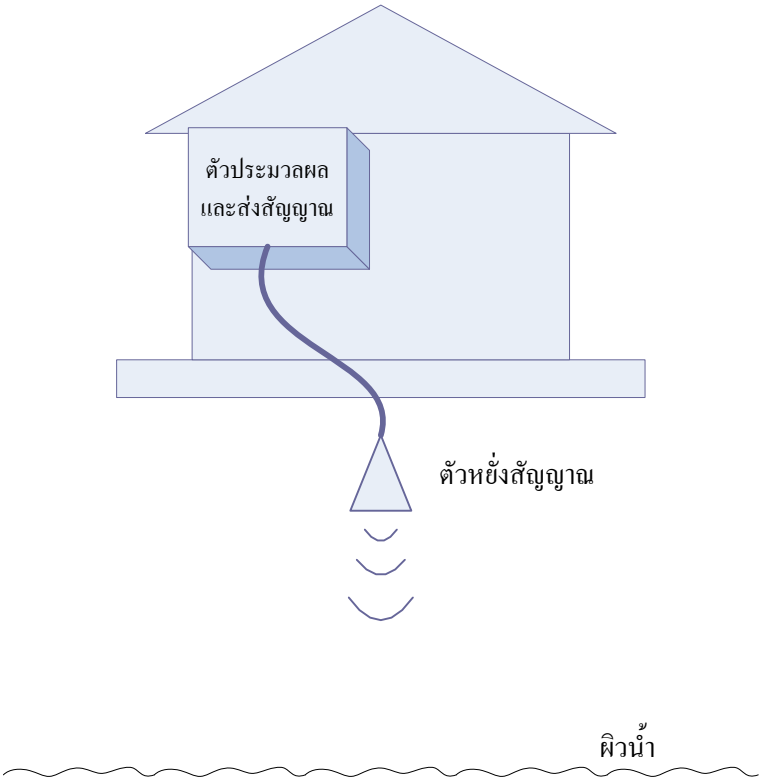
ส่วนการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของตัวส่งข้อมูล ดังรูปที่ 3.5 ใช้ sim โทรศัพท์ติดตามตัวของ True และใช้ตัวรับข้อมูลทดสอบเป็นโทรศัพท์รุ่น Nokia โดยระยะเวลาที่ข้อมูลถูกส่งจากตัวส่งไปยังตัวรับ ใช้เวลา 20 – 30 วินาที ข้อมูลที่รับมามีความถูกต้อง



รูปที่ 3.5 การทดสอบการทำงานของตัวประมวลผลและตัวรับส่งข้อมูล

จากการออกสำรวจสถานที่ติดตั้งใหม่ พบว่าที่บริเวณสถานีวัดน้ำ M7 ของกรมชลประทาน รูปที่ 3.6 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณด้านขวาของแม่น้ำมูล ห่างจากตัวสะพานเสรีประชาธิปไตยเป็นระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย มีตัวอาคารและ staff gauge ติดตั้งไว้อยู่แล้ว จึงนับเป็นสถานที่ที่เหมาะสม สำหรับการติดตั้งชุดวัดระดับน้ำ เนื่องจากเป็นจุดที่มีข้อมูลซึ่งสามารถอ้างอิงความถูกต้องของการวัดได้เลย ชุดวัดระดับน้ำจึงถูกออกแบบใหม่ โดยให้ตัวหยั่งสัญญาณติดตั้งอยู่ใต้ตัวอาคารของสถานีวัดน้ำ M7 ส่วนตัวประมวลผลและส่งสัญญาณติดตั้งอยู่ที่ตัวอาคาร ดังรูปที่ 3.7

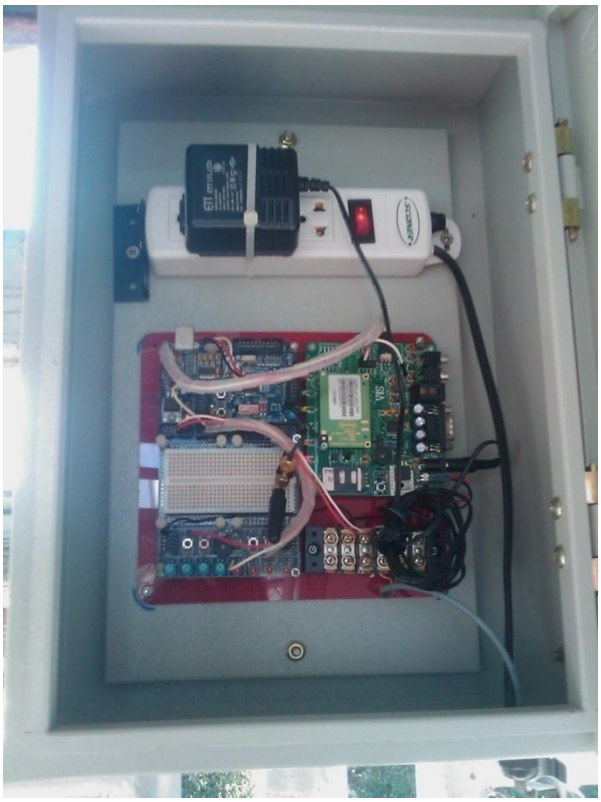
รูปที่ 3.6 สถานีวัดน้ำ M7 กรมชลประทาน



รูปที่ 3.7 รูปลักษณะของชุดวัดระดับน้ำรูปแบบที่ 2

ชุดอุปกรณ์ได้ถูกติดตั้ง โดยตัวหยั่งสัญญาณอยู่ใต้ตัวอาคาร ดังรูปที่ 3.8 ส่วนตัวประมวลผลและตัวส่งสัญญาณถูกติดตั้งอยู่ในกล่องภายในตัวอาคารดังรูปที่ 3.9

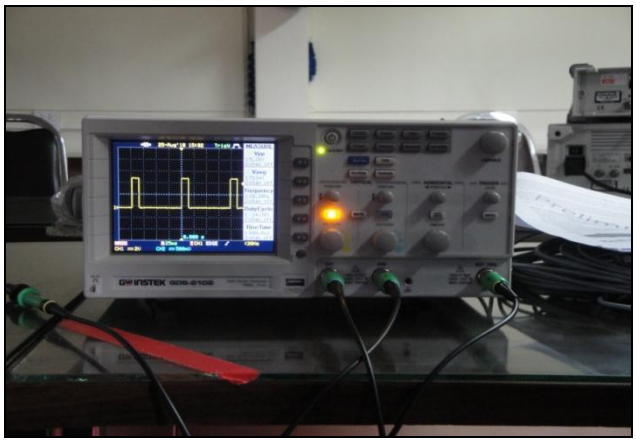
รูปที่ 3.8 รูปตัวหยั่งสัญญาณเพื่อวัดระดับน้ำ



รูปที่ 3.9 รูปตัวประมวลผลและส่งข้อมูล sms

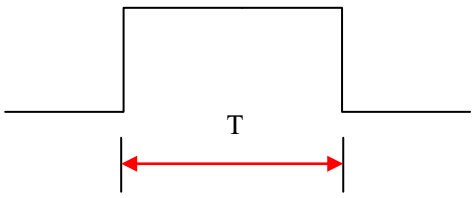
3.3 การทำงานของชุดวัดระดับน้ำ

การทำงานของชุดวัดระดับน้ำ เริ่มจากตัวหยั่งสัญญาณ ส่งคลื่น ultrasonic ออกไปและรับคลื่นที่สะท้อนกลับมา ได้เป็นสัญญาณ pulse ดังรูปที่ 3.10 ซึ่งสามารถนำมาประมวลผลที่ตัวประมวลผลเพื่อให้ได้ระดับน้ำในขณะนั้นได้ จากนั้นตัวประมวลผล จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมด้วยโดยการ สั่งให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลออกไปยังตัวรับข้อมูล



รูปที่ 3.10 รูปสัญญาณที่วัดได้จากตัวหยั่งสัญญาณ

ตัวประมวลได้รับการโปรแกรมให้จับสัญญาณพัลส์ที่ขาขึ้นและขาลง มาคำนวณเพื่อเป็นระยะทางระหว่างตัวหยั่งสัญญาณและผิวน้ำ โดยยิ่งระดับน้ำอยู่ห่างจากตัวหยั่งสัญญาณ ความกว้างของพัลส์หรือคาบเวลาก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น คาบเวลา T สามารถวัดได้ดังแสดงในรูปที่ 3.11 จากนั้นจึงเอาระยะทางนี้มาคำนวณต่อเพื่อให้ได้ระดับน้ำของแม่น้ำมูลที่สถานี M7 ณ ขณะนั้น



รูปที่ 3.11 คาบเวลาหรือความกว้างของพัลส์ที่ใช้ในการคำนวณ

สามารถคำนวณหาระดับน้ำได้ ตามสมการที่ 3-1

$$S = T / 5800 \qquad (3\text{-}1)$$

โดย S คือ ระยะทางที่คลื่นไปกระทบผิวน้ำมีหน่วยเป็นเมตร

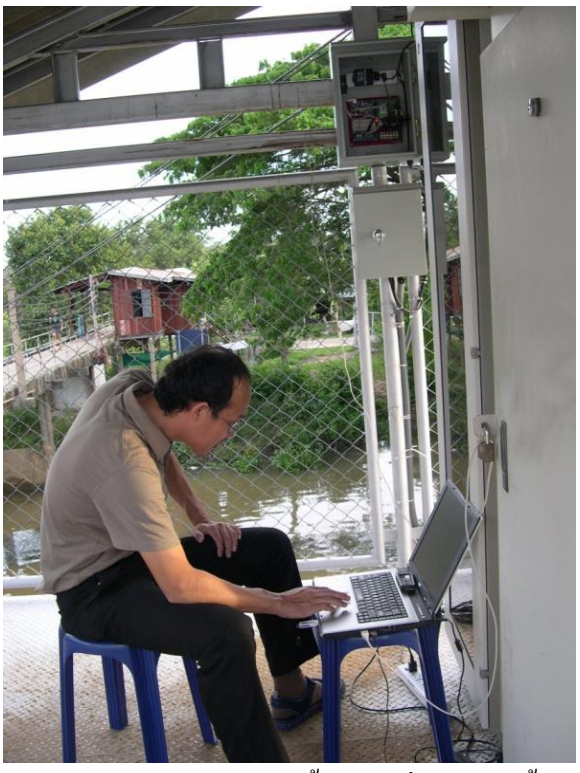
T คือ คาบเวลาของสัญญาณพัลส์ วัดได้จากระยะระหว่างขอบขาขึ้นและลงของสัญญาณ มีหน่วยเป็น μs

ระดับของตัวหยั่งสัญญาณที่ถูกติดตั้งในรูปที่ 3.8 ได้ถูกสำรวจหาค่าความสูงในหน่วยเมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (ม.รทก.) โดยสำรวจส่วนต่างค่าระดับจากแถบวัดระดับน้ำมาตรฐานที่ถูกติดตั้งไว้ ค่าแสดงในรูปที่ 3.6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 115.84 ม.รทก. และระยะ S คือ ระยะห่างระหว่างตัวตัวหยั่งสัญญาณและระดับผิวแม่น้ำมูล ระดับน้ำมูลสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3-2

ระดับแม่น้ำมูล (m) = 115.84 – S (3-2)

การโปรแกรมตัวประมวลผล ต้องโปรแกรมเพื่อให้ตัวประมวลผลทำงานเป็นตัวควบคุมด้วย โดยให้ควบคุมตัวส่ง sms ให้ส่งสัญญาณออกไปที่ปลายทาง ทุกๆ 15 นาที (หรือทุกๆ 30 นาทีก็ได้แล้วแต่ความถี่ห่างของข้อมูลที่ต้องการได้รับ) โดยระบุเป็นเบอร์ประจำ sim ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้ sim ของบริษัท True ซึ่งถูกเลือกด้วยเหตุผลทางเศรษฐศาสตร์เท่านั้น โดยในทางเทคนิคแล้ว สามารถเลือกใช้ sim ของบริษัทใดก็ได้

หลังการติดตั้ง ต้องโหลดโปรแกรมก่อน เพื่อสั่งตัวประมวลผลให้ทำงานดังที่ต้องการ โดยต้องทำการเชื่อมต่อตัวประมวลผลกับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.13 ตัวอย่างโปรแกรมที่สั่งให้ชุดวัดระดับน้ำทำงานแสดงไว้ในภาคผนวก



รูปที่ 3.12 การโหลดโปรแกรมเข้าตัวประมวลหลังการติดตั้งชุดวัดที่สถานีวัดน้ำ M7

ในเบื้องต้นการรับข้อมูล ใช้การรับด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งบอกวันและเวลาที่วัด รวมถึงระดับน้ำที่วัดได้ในหน่วย ม.รทก. ดังแสดงในรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 ข้อมูลระดับน้ำที่ได้รับจากตัวส่ง sms

4 การวิเคราะห์และปรับแก้ข้อมูล

ชุดอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นดังอธิบายไว้ในบทที่ 3 ถูกตั้งค่าไว้ให้ส่งข้อมูลทุกๆ 15 นาที โดยข้อมูลระดับน้ำของลำน้ำมูล ณ บริเวณสถานีวัดน้ำ M7 ในวันที่ 1-7 ตุลาคม พ.ศ. 2553 ที่ได้จากชุดอุปกรณ์วัดระดับน้ำที่สร้างขึ้นในการวิจัยนี้ แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 โดยข้อมูลระดับน้ำแสดงไว้ในหน่วย เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ม. รทก.)

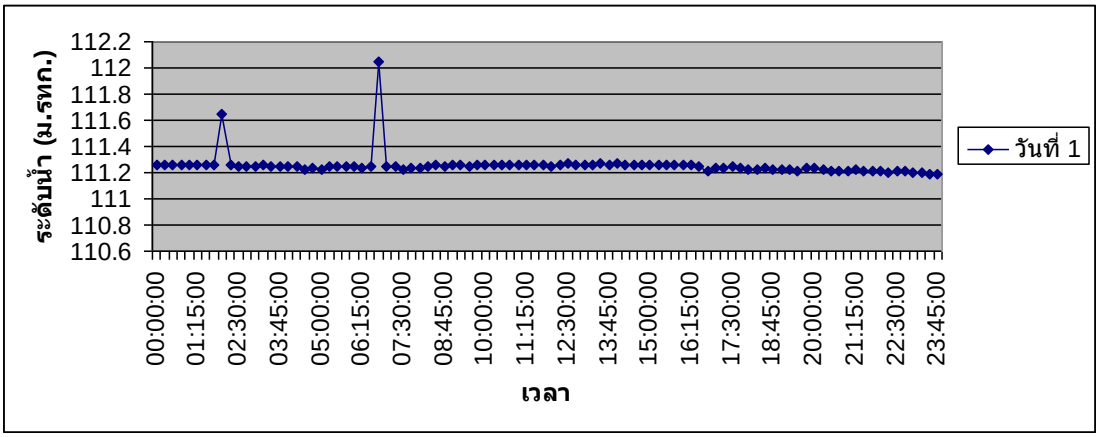
ตารางที่ 4.1 ระดับน้ำของลำน้ำมูล ณ บริเวณสถานีวัดน้ำ M7 ในวันที่ 1-7 ตุลาคม พ.ศ. 2553

เวลา	01/10/2553	02/10/2553	03/10/2553	04/10/2553	05/10/2553	06/10/2553	07/10/2553
00.00	111.263	111.204	111.113	111.657	110.832	110.772	110.762
00.15	111.253	111.193	111.113	110.943	111.790	110.772	110.763
00.30	111.263	111.183	111.103	110.963	110.832	110.772	110.762
00.45	111.253	111.194	111.736	110.953	110.832	110.772	110.762
01.00	111.253	111.190	111.113	110.963	110.832	110.762	110.762
01.15	111.263	111.193	111.103	110.943	110.822	110.762	110.763
01.30	111.253	111.193	111.103	110.963	110.822	110.772	110.762
01.45	111.263	111.183	111.845	110.953	110.822	110.762	110.762
02.00	111.643	111.193	111.103	110.953	110.812	112.013	110.762
02.15	111.253	111.183	111.103	110.953	110.812	110.762	110.762
02.30	111.243	111.183	111.103	110.943	110.811	110.762	110.752
02.45	111.243	111.193	111.093	110.933	111.205	110.761	110.762
03.00	111.243	111.283	111.519	110.933	110.812	110.762	110.752
03.15	111.253	111.183	111.093	110.943	110.802	110.742	110.752
03.30	111.243	111.183	111.093	110.933	110.812	110.752	110.753
03.45	111.243	111.193	111.083	110.933	110.802	110.762	110.752
04.00	111.243	111.173	112.024	112.014	110.792	110.761	110.752
04.15	111.243	111.173	111.083	110.933	110.802	111.903	110.752
04.30	111.223	111.183	112.024	110.933	112.003	110.762	110.762
04.45	111.233	111.173	111.093	110.933	110.811	110.752	110.752
05.00	111.223	111.183	111.083	110.933	110.812	110.762	110.752
05.15	111.243	111.173	111.083	110.923	110.802	110.752	110.752
05.30	111.243	111.173	112.034	110.923	110.802	110.752	110.763
05.45	111.243	111.163	111.063	110.933	110.802	110.752	110.762
06.00	111.243	111.173	111.083	110.923	110.802	110.761	110.752
06.15	111.233	111.173	111.083	112.044	112.014	110.762	110.752
06.30	111.243	111.173	111.083	112.024	110.792	110.752	110.762
06.45	112.044	111.173	111.074	110.923	110.802	110.742	110.733
07.00	111.243	111.173	111.063	110.913	110.802	110.752	110.763
07.15	111.243	111.184	111.074	110.912	110.802	110.762	110.752
07.30	111.224	111.173	111.063	110.913	110.802	110.752	110.763
07.45	111.233	111.163	111.073	110.903	110.802	110.752	110.763
08.00	111.233	111.164	111.073	111.978	110.802	110.762	110.763
08.15	111.244	111.164	111.073	110.893	110.802	110.742	110.763
08.30	111.254	111.144	111.064	110.902	110.802	110.752	110.743
08.45	111.244	111.413	111.524	110.913	110.802	110.742	110.753

09.00	111.254	111.174	111.064	110.903	110.802	110.742	110.763
09.15	111.254	111.174	111.074	110.913	110.802	110.732	110.763
09.30	111.244	111.166	111.064	111.984	110.782	110.752	110.763
09.45	111.254	111.164	111.064	110.902	110.792	110.753	110.773
10.00	111.254	111.174	111.074	110.893	110.802	110.763	110.773
10.15	111.254	111.174	111.064	110.882	110.802	110.753	110.784
10.30	111.254	111.174	111.074	110.892	110.802	110.763	110.764
10.45	111.264	111.184	112.025	110.873	110.802	110.773	110.773
11.00	111.264	111.184	111.064	110.893	110.792	110.773	110.783
11.15	111.254	111.173	111.064	111.994	110.802	110.763	110.784
11.30	111.264	111.174	111.074	110.892	110.802	110.773	110.763
11.45	111.254	111.164	111.064	112.044	110.803	110.763	110.784
12.00	111.244	111.174	111.064	110.872	110.792	110.763	110.783
12.15	111.255	111.184	111.054	110.882	110.792	110.773	110.693
12.30	111.265	111.184	111.064	110.873	110.803	110.773	110.783
12.45	111.264	111.144	111.064	110.873	110.793	110.773	110.794
13.00	111.264	111.184	111.044	110.853	110.792	110.783	110.784
13.15	111.254	111.184	111.064	110.862	110.802	110.773	110.784
13.30	111.265	111.184	111.034	110.873	110.792	110.773	110.784
13.45	111.255	111.164	111.034	110.872	112.004	110.763	110.794
14.00	111.265	111.184	111.034	110.872	110.792	110.763	110.784
14.15	111.254	111.164	111.054	110.862	110.792	110.773	110.794
14.30	111.254	111.174	111.041	110.862	111.758	110.763	110.784
14.45	111.254	111.174	111.034	110.863	110.791	110.773	110.783
15.00	111.255	111.184	111.014	110.862	110.781	110.773	110.773
15.15	111.255	111.185	111.034	110.862	110.792	112.044	110.784
15.30	111.255	111.185	111.034	110.862	110.772	110.783	110.784
15.45	111.255	111.165	111.024	110.863	112.004	110.763	110.794
16.00	111.255	111.174	111.044	110.862	111.673	110.783	110.793
16.15	111.256	111.164	111.034	110.862	110.782	110.783	110.783
16.30	111.245	111.164	110.994	110.872	110.782	110.773	110.784
16.45	111.214	111.154	111.014	110.853	110.782	110.773	110.783
17.00	111.234	111.144	111.034	110.852	110.792	110.784	110.783
17.15	111.234	111.163	112.025	110.852	110.792	110.774	110.783
17.30	111.244	111.154	111.014	110.792	110.792	110.763	110.783
17.45	111.234	111.154	111.013	110.852	110.792	110.763	110.784
18.00	111.224	111.154	111.003	110.852	110.782	110.773	110.773
18.15	111.224	111.163	111.004	110.842	110.792	110.772	110.773
18.30	111.234	111.133	111.003	110.842	110.782	110.762	110.773
18.45	111.224	111.144	111.003	110.842	112.014	110.772	110.773
19.00	111.224	111.144	111.003	110.852	110.772	110.762	110.773
19.15	111.223	111.143	111.003	110.824	110.782	110.762	110.773
19.30	111.213	112.045	110.973	110.852	110.792	110.773	110.783
19.45	111.234	111.134	110.983	110.832	110.782	110.773	110.773
20.00	111.233	112.025	110.993	110.842	110.782	110.773	110.773
20.15	111.224	111.123	110.993	110.852	110.772	110.773	110.773
20.30	111.213	111.134	110.993	110.842	110.782	110.762	110.772
20.45	111.214	111.144	110.963	110.842	110.782	110.763	110.763
21.00	111.214	111.103	110.983	110.832	110.782	110.763	110.773
21.15	111.223	111.134	110.963	110.842	110.772	110.762	110.772

21.30	111.214	111.133	110.973	110.842	110.782	110.762	110.763
21.45	111.213	111.124	110.983	110.843	112.014	110.762	110.763
22.00	111.214	111.123	110.983	110.843	110.782	110.763	110.763
22.15	111.204	111.123	110.973	110.832	110.762	110.763	110.763
22.30	111.214	111.113	112.024	110.812	110.762	110.762	110.763
22.45	111.213	111.123	111.263	110.832	112.024	110.762	110.763
23.00	111.203	111.123	110.953	110.822	110.762	110.763	110.763
23.15	111.203	111.113	110.973	110.822	110.772	110.762	110.773
23.30	111.194	111.113	110.963	112.024	110.772	110.763	110.773
23.45	111.193	111.113	110.963	110.822	110.772	110.752	110.773

ข้อมูลที่เก็บได้เป็นจำนวนวันละ 96 ข้อมูล ซึ่งเมื่อดูจากตารางแล้ว จะไม่ชัดเจน ดังนั้นเพื่อให้ดูง่ายจึงนำเสนอไว้ในรูปของกราฟเส้น โดยระดับน้ำในวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2553 แสดงได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ระดับน้ำในแม่น้ำมูลที่สถานี M7 ณ วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2553

4.1 ความถูกต้องของข้อมูล

ข้อมูลที่ได้รับจากชุดวัดระดับน้ำ จะถูกตรวจสอบกับค่าที่ได้จากการอ่าน Staff gauge ที่ติดตั้งอยู่ที่สถานีวัดน้ำ M7 ดังที่แสดงในรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 Staff gauge ที่สถานีวัดน้ำ M7

จากรูปที่ 4.1 เห็นว่า ค่าที่ได้รับจากชุดวัดระดับน้ำ มีบางค่าที่มีความผิดพลาด อย่างเช่นค่าที่เวลา 06.45 น. ของวันที่ 1 ตุลาคม พศ. 2553 ทั้งนี้เนื่องจากการจับสัญญาณที่คลาดเคลื่อนของตัวหยั่งสัญญาณ ดังนั้นก่อนการนำเสนอข้อมูล จึงต้องมีการปรับแก้ให้ถูกต้องเสียก่อน

4.2 การปรับแก้ข้อมูล

การปรับแก้ข้อมูลก่อนการนำเสนอ เพื่อกำจัดค่าที่ผิดพลาดบางค่าออกไป และเพื่อให้กราฟที่แสดงระดับน้ำ มีความเรียบตามลักษณะของน้ำที่ขึ้นลงตามธรรมชาติ โดยวิธีที่ใช้ในการปรับแก้ มีหลายวิธีดังนี้

4.2.1 วิธีการเฉลี่ยค่า (Moving Average)

วิธีการนี้เป็นการเฉลี่ยค่าของข้อมูลเพื่อไม่ให้ข้อมูลที่เรียงกันมา มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเกินไป เช่น มีค่าสูงขึ้น และต่ำลง จากค่าก่อนหน้าอย่างเห็นได้ชัด

ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ศึกษาวิธีเฉลี่ยค่าของข้อมูล 3 วิธีด้วยกัน คือ วิธีการเฉลี่ยค่าแบบธรรมดา (Simple moving average), วิธีการเฉลี่ยค่าแบบเอ็กโปเนนเชียล (Exponential moving average) และวิธีการเฉลี่ยค่าโดยการให้น้ำหนัก (Weighted moving average)

วิธีการเฉลี่ยค่าแบบธรรมดาเพื่อใช้ปรับปรุงค่าข้อมูล สามารถทำได้โดยการใช้สมการที่ 4-1 ในงานวิจัยชิ้นนี้ ใช้ค่าก่อนหน้าค่าปัจจุบัน 3 ค่า เพื่อมาเฉลี่ยกันเป็นค่าปัจจุบัน หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า ใช้ค่า n เท่ากับ 3

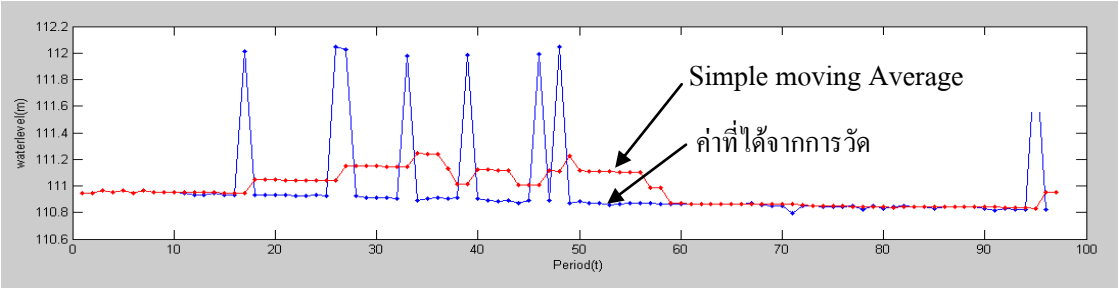
$$X_{n+1} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} \qquad (4\text{-}1)$$

เมื่อ n คือจำนวนจุดข้อมูลที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

x_n คือ ข้อมูลค่าที่ n

X_{n+1} คือ ข้อมูลที่ n+1 ที่ผ่านการปรับแก้แล้ว

จากการนำเอาข้อมูลทุกๆจุดมาหาค่าเฉลี่ย โดยไม่มีการคัดกรองข้อมูลผิดปกติทิ้งก่อน ซึ่งผลที่ได้ทำให้ข้อมูลเรียบขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ข้อมูลดิบที่ได้จากชุดวัดระดับน้ำเป็นข้อมูลที่ไม่ smooth มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของข้อมูลบางช่วงมากผิดปกติ เส้นข้อมูลที่ปรับแก้แล้วโดยวิธีหาค่าเฉลี่ยโดยไม่คัดกรองข้อมูลผิดทิ้ง ทำให้เส้นกราฟมีความเรียบมากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาในแง่การแปลผลเป็นระดับน้ำก็จะเห็นว่า ข้อมูลที่ได้รับการแก้ไขแล้ว ก็ยังเป็นข้อมูลที่เป็นไปไม่ได้ กล่าวคือเป็นไปไม่ได้ที่ระดับน้ำ ณ จุดที่วัดมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอย่างชัดเจนในช่วงเวลาสั้นๆช่วงหนึ่ง ก่อนกลับมามีระดับการเปลี่ยนแปลงค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง จึงสรุปได้ว่า จากการใช้วิธีการเฉลี่ยค่าธรรมดาดังกล่าว ก็ยังได้ข้อมูลที่มีความผิดพลาดอยู่อย่างชัดเจน



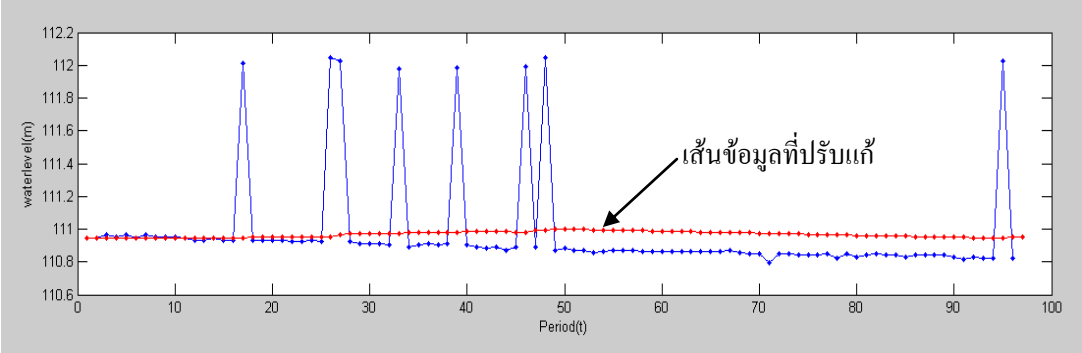
รูปที่ 4.3 ข้อมูลระดับน้ำ เทียบกับข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้โดยวิธีเฉลี่ยค่า

วิธีการเฉลี่ยค่าแบบเอ็กโปเนนเชียล เป็นวิธีที่นำค่าที่เฉลี่ยมาแล้ว คูณเข้าด้วยค่า ค่าหนึ่ง แล้วบวกเข้ากับค่าข้อมูลจริง ตามสมการที่ 4-2

$$X_{n+1} = \alpha x_n + (1-\alpha)(X_n) \qquad (4\text{-}2)$$

เมื่อ α คือค่าที่ทำให้เรียบ (Smoothing factor)

ค่า Smoothing factor นี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 โดยถ้าใช้ค่า α เท่ากับ 1 ค่าที่คำนวณได้จากสมการที่ 4-2 ก็จะเท่ากับค่าข้อมูลเดิม แต่ถ้าใช้ค่า α เท่ากับ 0 แล้ว จะได้ค่าที่คำนวณออกมา เป็นค่าคงที่ เท่ากับค่าแรก เช่น การใช้ค่า α เท่ากับ 0.01 ให้ข้อมูลที่ปรับแก้มีความเรียบมาก ตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ข้อมูลระดับน้ำ เทียบกับข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้ด้วยวิธีเฉลี่ยค่าแบบเอ็กโปเนนเชียล

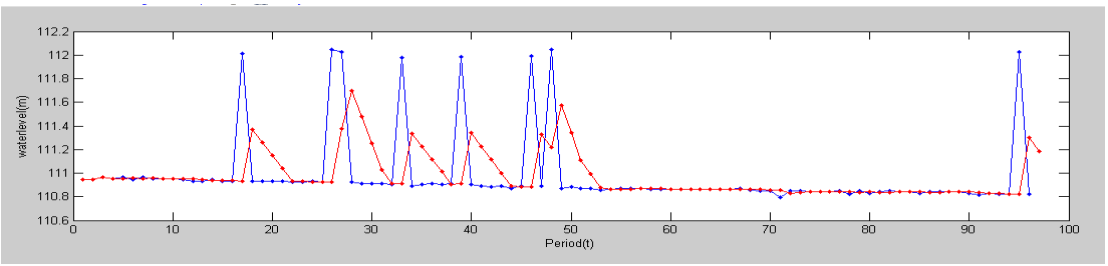
แม้ว่าข้อมูลที่ปรับแก้แล้วด้วยวิธีเฉลี่ยค่าแบบเอ็กโปเนนเชียลจะได้ข้อมูลที่มีความเรียบสม่ำเสมอดี แต่กลับทำให้ผลค่าระดับน้ำผิดไปจากค่าที่วัดได้จริง จากรูปที่ 4.4 เส้นระดับน้ำที่วัดได้จริงมีแนวโน้มลดระดับลง แต่ค่าที่ปรับแก้กลับได้ระดับน้ำที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จึงเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม

วิธีการเฉลี่ยค่าแบบให้น้ำหนัก เป็นวิธีการที่ให้ค่าน้ำหนักของข้อมูลแต่ละจุดที่นำมาเฉลี่ยไม่เท่ากัน ดังสมการที่ 4-3

$$X_{n+1} = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \cdots + w_n x_n \qquad (4\text{-}3)$$

เมื่อ w_n คือ ค่าน้ำหนักของข้อมูลที่ n และ $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$

ดังนั้นเมื่อใช้วิธีการเฉลี่ยค่าแบบให้น้ำหนักและให้ค่าน้ำหนักของข้อมูลที่มีความผิดพลาดน้อยก็จะได้ข้อมูลที่ปรับแก้แล้วมีความเรียบและถูกต้องมากขึ้น ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ข้อมูลระดับน้ำ เทียบกับข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้ด้วยวิธีเฉลี่ยค่าแบบให้น้ำหนัก

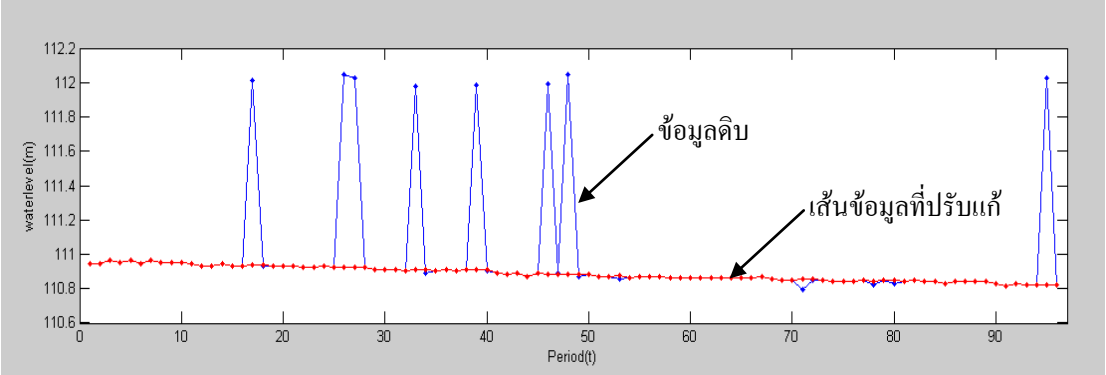
จากรูปที่ 4.5 เห็นได้ว่าข้อมูลที่ได้ยังมีความผิดพลาดอยู่ เนื่องจากการใช้ข้อมูลทุกๆจุดโดยไม่มีการคัดกรองข้อมูลที่ผิดพลาดออกก่อน ทำให้ในบางครั้ง การให้ค่าน้ำหนักกับข้อมูลจุดที่ผิดพลาดทำให้ค่าเฉลี่ยผิดพลาดไปด้วย

จากข้อมูลน้ำท่วมหนักที่จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อปีพ.ศ. 2549 น้ำในแม่น้ำปิงเพิ่มระดับสูงขึ้น 7 เซนติเมตร ต่อชั่วโมง [14] หรือประมาณ 2 เซนติเมตรใน 15 นาทีและจากการวัดข้อมูลระดับน้ำแม่น้ำ

มูล ในช่วงฤดูน้ำหลาก อันเป็นเหตุให้เกิดน้ำท่วม มีอัตราการเพิ่มสูงของระดับน้ำสูงสุด 23 เซนติเมตร ต่อวัน หรือประมาณชั่วโมงละ 1 เซนติเมตร และในช่วงนอกฤดูน้ำหลาก มีอัตราการลดหรือเพิ่มระดับของน้ำ สูงสุดที่ 7 เซนติเมตรต่อวัน

อย่างไรก็ตาม การวัดระดับน้ำได้เปลี่ยนแปลงในช่วง 1-2 เซนติเมตร ในแต่ละครั้ง อาจเกิดขึ้นจากข้อผิดพลาดของเซนเซอร์ ซึ่งมีอัตรา 1 เซนติเมตร หรืออาจเกิดขึ้นจาก การกระเพื่อมของน้ำ ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ จึงกำหนดค่าอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับน้ำ ที่ยอมรับได้สูงสุด 2 เซนติเมตร หากมีอัตรามากกว่านี้ กำหนดให้ใช้ค่าที่ได้จากการทำนายแทนค่าที่ได้จากเซนเซอร์ โดยควรใช้ค่ามากกว่านี้ หากรับค่าจากเซนเซอร์ในคาบเวลาที่กว้างกว่านี้ เช่น ทุกหนึ่งชั่วโมงและการวัดทำในช่วงฤดูน้ำหลาก ส่วนค่าที่ใช้ตรวจสอบการรับค่าผิดพลาดจากเซนเซอร์ติดต่อกัน ใช้ค่าสูงคือ 7 เซนติเมตร

เพื่อให้ข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้แล้ว มีความถูกต้องตามความหมายหรือค่าของระดับน้ำที่ควรจะเป็น จึงต้องมีการเพิ่มการคัดกรองเอาข้อมูลที่มีความผิดพลาดทิ้งไปก่อน โดยการเช็คจากค่าก่อนหน้าที่รู้แน่ว่าถูกต้อง ถ้าจุดข้อมูลถัดไป มีการเปลี่ยนมากกว่า 7 เซนติเมตร ถือว่าเป็นข้อมูลที่มีความผิดพลาด เมื่อเช็คเจอข้อมูลดังกล่าว ให้เอาค่าที่ได้จากการเฉลี่ยในจุดนั้นมาใช้แทน ซึ่งทำให้ได้ผลข้อมูลระดับน้ำที่มีความถูกต้องปีนที่น่าพอใจ ดังข้อมูลที่ปรับแก้ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดาโดยการคัดกรอกข้อมูลที่ผิดพลาดก่อน แสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ข้อมูลระดับน้ำ เทียบกับข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดา โดยการคัดกรองข้อมูลที่ผิดพลาดก่อน

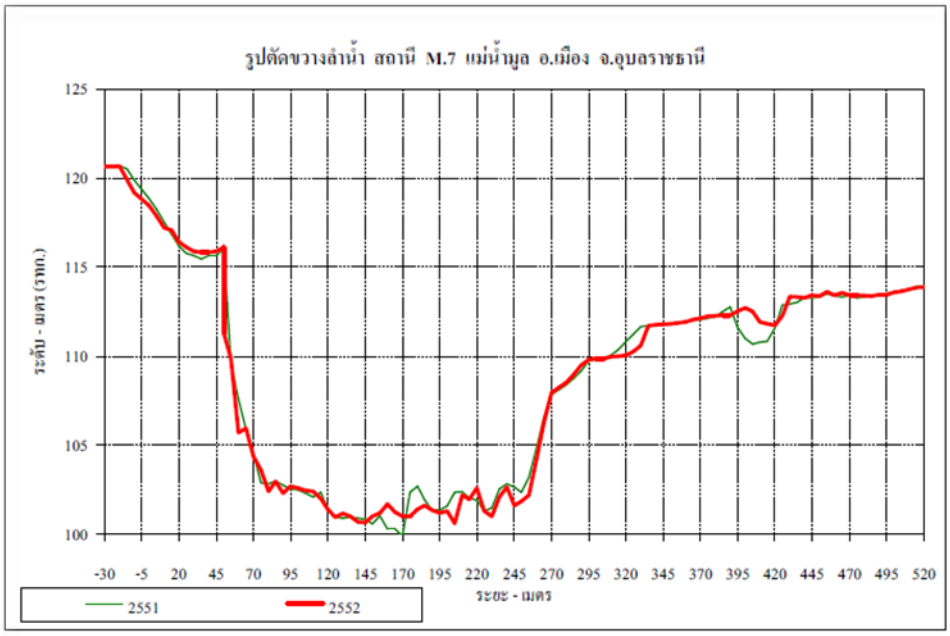
5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหล (Rating Curve)

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหลมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการนำข้อมูลไปวิเคราะห์และทำนายสถานการณ์น้ำ อัตราการไหลในสนามนั้นไม่สามารถทำได้โดยง่าย ดังนั้นการเปลี่ยนค่าระดับน้ำที่วัดได้ง่ายกว่า (โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากเครื่องมือที่กำลังดำเนินการศึกษาอยู่ขณะนี้) เพื่อให้ได้ค่าอัตราการไหลจึงเป็นวิธีการที่ง่ายสะดวกและเป็นที่ยอมรับใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งภาควิชาการและทางปฏิบัติ การนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหล โดยวัดค่า

ความเร็วและการสำรวจหน้าตัดการไหลของลำน้ำจากภาคสนามนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการประสานกันหน่วยงานกรมชลประทานที่เกี่ยวข้อง โดยจะได้นำเอาผลการปฏิบัติงานจากภาคสนามซึ่งใช้เครื่องมือวัดอัตราเร็วการไหลและคำนวณค่าหน้าตัดการไหลที่ระดับน้ำต่างๆ เพื่อสร้างกราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหล เครื่องมือที่ใช้วัดความลึกและความเร็วการไหลที่กรมชลประทานได้นำมาใช้ในปัจจุบันนั้นแสดงในรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 เครื่องมือวัดความลึกและความเร็วการสำหรับรูปตัดลำน้ำในภาคสนาม

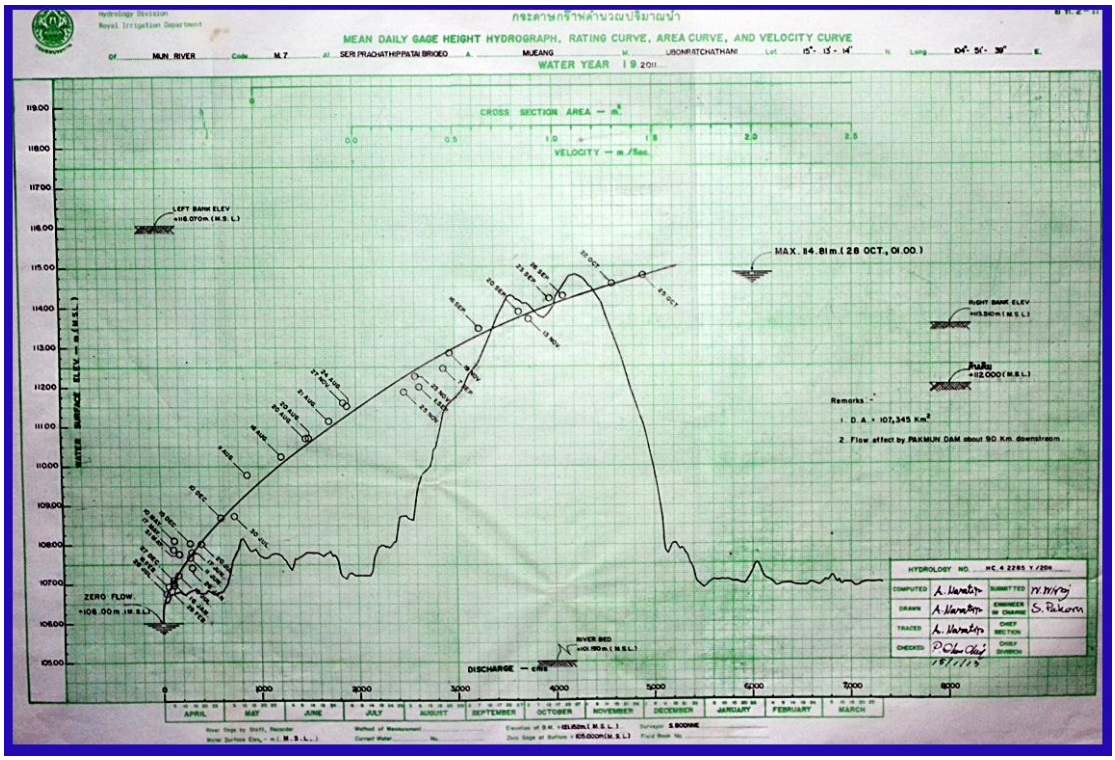
เมื่อนำข้อมูลที่วัดได้จากภาคสนามมาแปลผลและจัดทำรูปตัดแม่น้ำมูลที่สถานี M และจัดสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างระดับและอัตราการไหล แสดงในรูปที่ 5.2 และ 5.3 ตามลำดับ



หมุดหลักฐาน	ศูนย์เสาระดับ	ระดับท้องน้ำ	ตลิ่งฝั่งซ้าย	ตลิ่งฝั่งขวา	วันที่สำรวจ
121.152 ม.(รทก.)	105.000 ม.(รทก.)	100.600 ม.(รทก.)	115.883 ม.(รทก.)	111.663 ม.(รทก.)	15 ธค. 2551

รูปที่ 5.2 รูปตัดลำน้ำบริเวณสถานี M7

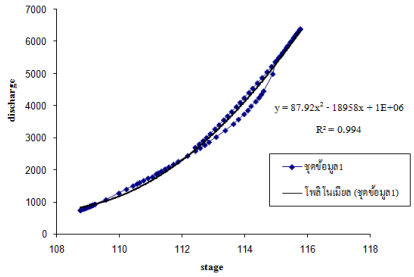
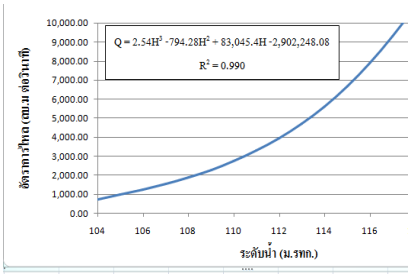
(ที่มา สำนักงานอุทกวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง)



รูปที่ 5.3 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระดับและอัตราการไหลสถานี M7
(ที่มา สำนักงานอุทกวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง)

การเปลี่ยนแปลงค่าระดับไปเป็นอัตราการไหลโดยใช้ความสัมพันธ์ในรูปของสมการคณิตศาสตร์ ซึ่งกรมชลประทานโดยสำนักชลประทานที่ 7 ได้จัดทำไว้และเปรียบเทียบกับผลการสร้างสมการ แสดงในตารางที่ 5.1 ซึ่งจะเห็นว่าได้รูปแบบของสมการที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อย่างไรก็ตามค่าความน่าเชื่อถือของทั้งสองวิธีการก็มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

ตารางที่ 5.1 ตารางการเปรียบเทียบกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหล (Rating Curve)

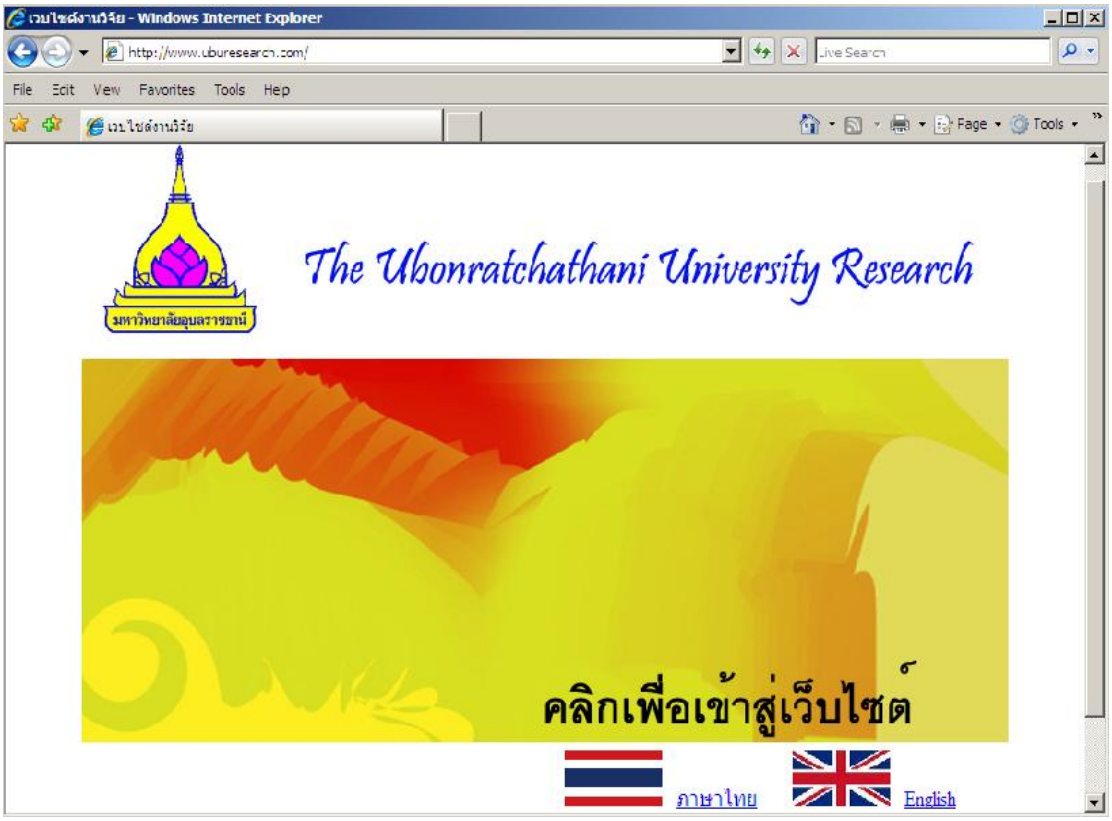
ลำดับ	สำนักชลประทานที่ 7	คณะวิจัย
กราฟ		
สมการ	$Q=87.92H^2 – 18,958H+(1x10^6)$	$Q = 2.54H^3 - 794.28H^2 + 83,045.74H – 2,902,248.08$
เส้นแนวโน้ม	แบบโพลิโนเมียล ลำดับสอง	แบบโพลิโนเมียล ลำดับสาม
R^2	0.994	0.990
ชุดข้อมูลในการสร้างกราฟ	ใช้ชุดข้อมูลในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ของปี พ.ศ. 2545	ใช้ชุดข้อมูลในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม ของปี พ.ศ. 2497-2553

6 การนำเสนอข้อมูล

การนำเสนอข้อมูลระดับน้ำ เพื่อให้ประชาชนโดยทั่วไปเข้าถึงได้สะดวก และได้ใช้ประโยชน์จากข้อมูลในการตรวจสอบแนวโน้มของการเกิดอุทกภัย รวมถึงภัยแล้ง

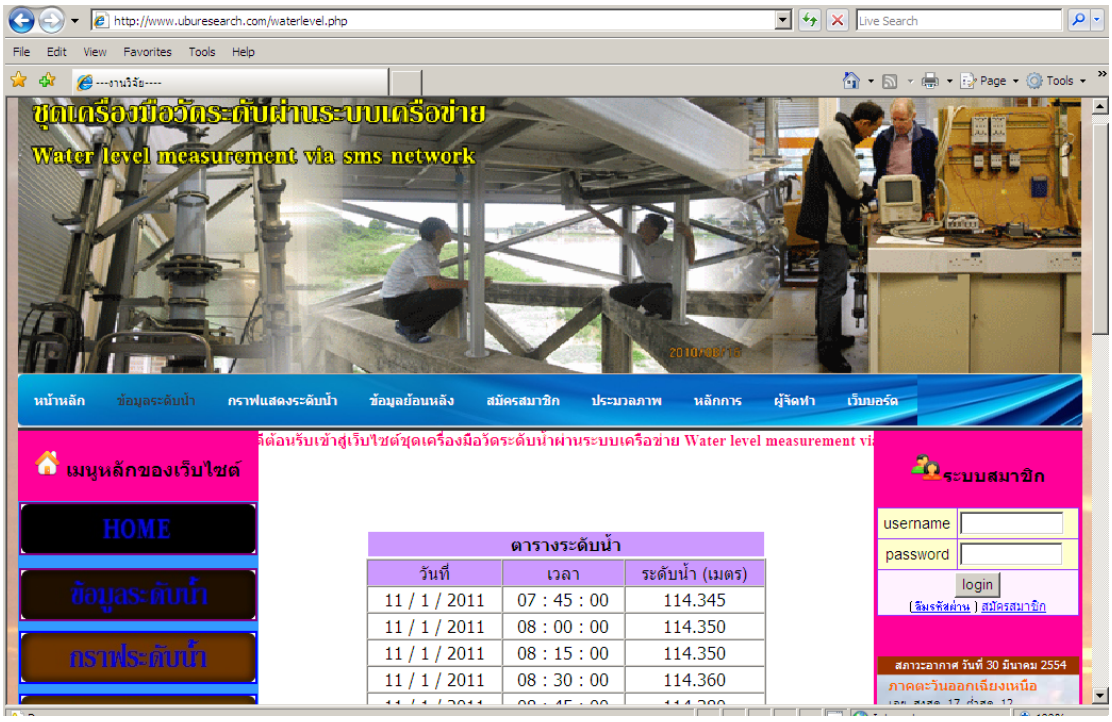
ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ออกแบบการนำเสนอข้อมูลบนระบบอินเตอร์เนตไว้ 2 แบบด้วยกัน คือ แบบเสนอข้อมูลเป็นตัวเลข และการเสนอข้อมูลในรูปของกราฟเส้น ทั้งนี้หากมีผู้ต้องการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อ ก็สามารถแสดงความจำนงค์โดยการเข้ามากรอกข้อมูลเพื่อขอตัวเลขไปใช้งานต่อได้

เวบไซต์ที่นำข้อมูลไปเก็บไว้มีชื่อโดเมนว่า www.uburesearch.com ทั้งนี้เพื่อให้สื่อถึงงานที่เป็นการทำวิจัยของบุคลากรในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีด้วย หน้าเวบที่ออกแบบไว้เบื้องต้นมีลักษณะดังรูปที่ 6.1

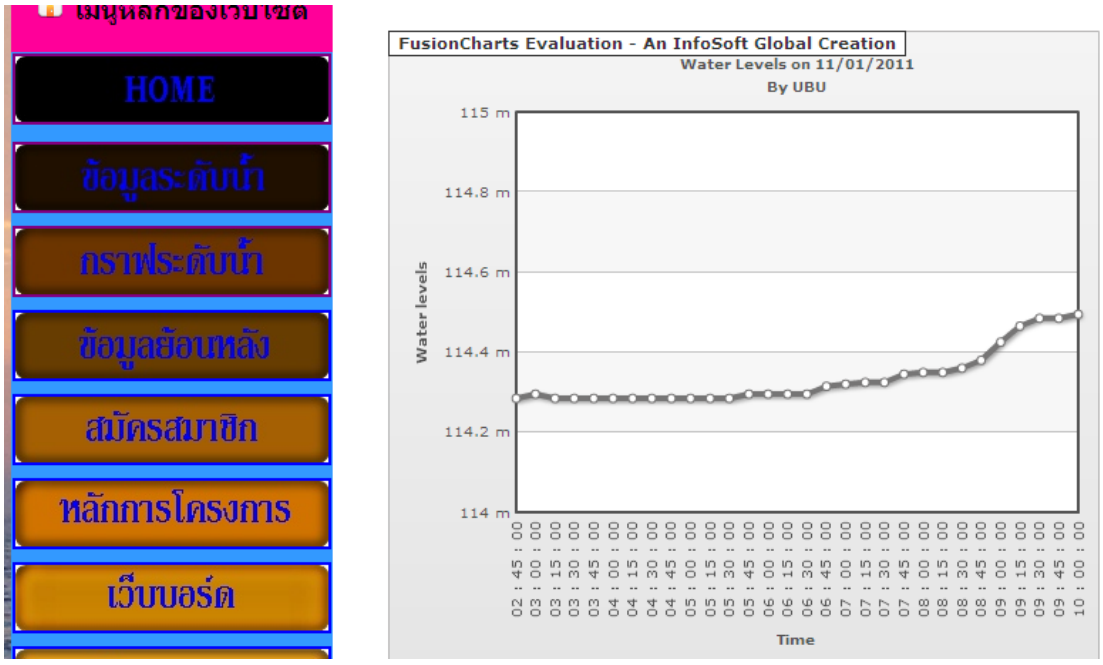


รูปที่ 6.1 หน้าเว็บไซต์ uburesearch.com

เมื่อเข้าไปยังหน้าข้อมูลระดับน้ำ ก็จะมีให้เลือกดูข้อมูลเป็นตัวเลข ดังรูปที่ 6.2 หรือข้อมูลที่เป็นกราฟเส้นดังรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.2 ข้อมูลระดับน้ำเป็นตัวเลขบนหน้าเว็บ



รูปที่ 6.3 ข้อมูลระดับน้ำเป็นกราฟเส้นบนหน้าเว็บ

7 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการตรวจวัดระดับน้ำแสดงผลแบบเวลาจริงผ่านระบบสื่อสารไร้สาย โดยการออกแบบสร้างเครื่องมือตรวจวัดระดับน้ำจากจุดอ้างอิงที่ทราบค่าส่วนต่างของระดับจากหมุดอ้างอิง ที่สถานี M7 อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานีนั้น ผลสัมฤทธิ์ของโครงการได้ประสบความสำเร็จอย่างที่ได้กำหนดไว้ กล่าวคือ ได้ระบบและเครื่องมือการตรวจวัดระดับน้ำที่สามารถส่งข้อมูลผลการตรวจวัดแบบเวลาจริงผ่านระบบสื่อสารไร้สาย และสารถนำเสนอผลการตรวจวัดผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตบนเว็บที่ได้สร้างขึ้น ผลการทดสอบและปรับแก้ข้อมูลต่างๆ ได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขในทุกส่วนที่พบจนกระทั่งได้ระบบที่สามารถนำไปใช้งานในช่วงทดสอบได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามแนวทางในการนำไปประยุกต์เพื่อใช้งานงานในภาคปฏิบัติได้มีการเผยแพร่ผลทางผ่านเอกสารทางวิชาการและบทความต่างๆ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการศึกษานี้จะนำไปสู่การมีเทคโนโลยีเป็นของตัวเองที่สามารถพัฒนาต่อยอดได้อย่างยั่งยืนต่อไป

ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

1. ควรมีการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากงานวิจัยนี้กับของกรมชลประทาน เพื่อแสดงให้เห็นว่าค่าที่วัดได้นั้นนำไปใช้งานได้
2. ควรประเมินราคาต้นทุน เพื่อเปรียบเทียบกับราคาอุปกรณ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด รวมถึงประเมินค่าใช้จ่ายในการส่งถ่ายข้อมูล เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์/ผลที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย
3. ควรระบุถึงการบำรุงรักษาระบบ/อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น

เอกสารอ้างอิง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2547. โครงการการศึกษาสภาพและแนวทางแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัย จังหวัดอุบลราชธานี.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), บันทึกเหตุการณ์น้ำ, [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.thaiwater.net/web/index.php/archive.html (27 เมษายน พ.ศ. 2554).

Peng Jiang, Hongbo Xia, Zhiye He and Zheming Wang. 2009. Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks. Journal of Sensors} 9 : 6411-6434.

กรมชลประทาน. ความรู้ความเข้าใจในหลักการของระบบโทรมาตร. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://water.rid.go.th/hyd/scada_uc.htm (12 เมษายน พ.ศ. 2554).

Jon S. Wilson} editor. 2005. Sensor Technology Handbook. Elsevier Inc., USA.

มงคล ปุยยตานนท์, บงกช สุขอนันต์, กฤษณ์ ศรีวรมาศ. 2011. ระบบวัดและเก็บข้อมูลระดับน้ำสำหรับระบบเฝ้าระวังอุทกภัย.วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. 4(1) : 25-33.

Torres, J.L. Garcia, A. Blas, M.D. and Francisco, A.D. 2005. Forecast of hourly average wind speed with ARMA models in Navarre (Spain). Solar Energy, 79 : 65-77.

Andrawis, R.R. Atiya, A.F. and El-shishiny, H. 2011. Combination of long term and short term forecasts, with application to tourism demand forecasting. International Journal of Forecasting, 27 : 870-886.

Maity, R. Bhagwat, P.P. and Bhatnagar, A. 2010. Potential of support vector regression for prediction of monthly streamflow using endogenous property. Hydrological Processes, 24 : 917-923.

Schnaars, S.P. 1986. A comparison of extrapolation models on yearly sales forecasts. International Journal of Forecasting, 2(1) : 71-85.

Mohammadipour, M. and Boylan, J.E. 2012. Forecast horizon aggregation ininteger autoregressive moving average (INARMA) models. Omega, 40 : 703-712.

Holt, C.C. 2004. Forecasting seasonal and trends by exponentially weighted moving averages. International Journal of Forecasting, 20 : 5-10.

Billah, B. King, M.L. Snyder, R.D. and Koehler, A.B. 2006. Exponential smoothing model selection for forecasting. International Journal of Forecasting, 22 : 239-247.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Chang, P.-T. and Lee, E.S. 1996. A generalized fuzzy weighted least-squares regression. Fuzzy Sets and Systems, 82 : 289-298.

Lin, K.-P. Pai, P.-F. Lu, Y.-M. and Chang, P.-T. 2011. Revenue forecasting using a least- squares support vector regression model in a fuzzy environment. Information Sciences.

Khashei, M. Bijari, M. and Ardali, G.A.R. 2012. Hybridization of autoregressive integrated moving average (ARIMA) with probabilistic neural networks (PNNs). Computers & Industrial Engineering, 63 : 37-45.

Ellis, C.A. and Parbery, S.A. 2005. Is smarter better A comparison of adaptive, and simple moving average trading strategies. Research in International Business and Finance, 19 : 399-411.

Chapra, S.C. and Canale, R.P.2003. Numerical methods for engineers. Fourth ed McGraw-Hill, New York.

บันทึกเหตุการณ์น้ำ. สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) [cited พ.ศ. 2554 27 เมษายน] ; Available from : http://www.thaiwater.net/web/index.php/archive.html

ภาคผนวก