

ระบบเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันในบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัย

Flash Flood Warning System in Risky Area

ขงยุทธ ชนบดีเฉลิมรุ่ง¹, สมบัติ ชื่นชุกกลิ่น²

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000 E-mail: chonbyy@yahoo.com, yongyut@nu.ac.th

²ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000 E-mail: sombatck@hotmail.com

บทคัดย่อ –บทความวิจัยนี้เสนอระบบเตือนภัยล่วงหน้าน้ำท่วมฉับพลันสำหรับพื้นที่ต้นน้ำ และปลายน้ำและยังเตือนดินถล่มด้วยพลังงานหลักใช้เซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับแบตเตอรี่ ระบบการทำงานสามารถแยกออกเป็นสองส่วนคือ ภาคส่ง และภาครับ ส่วนที่ 1 ภาคส่ง ติดตั้งในพื้นที่ต้นน้ำ ประกอบด้วย ดาต้าล็อกเกอร์ (data logger) ตัววัดระดับน้ำสองหัวเซนเซอร์สำหรับวัดระดับน้ำท่าและน้ำใต้ดิน ตัววัดน้ำฝน (rain gauge) และหน่วยประมวลผลพร้อมตัวส่ง SMS (Short Message Service) และไซเรนเตือนภัย ส่วนที่ 2 ภาครับ ติดตั้งที่ปลายน้ำ ประกอบด้วย ตัวรับ SMS และไซเรนเตือนภัย ระบบสามารถเตือนหมู่บ้านต้นน้ำในทันทีและเตือนตำบลที่ปลายน้ำประมาณ 2 ชั่วโมงล่วงหน้า การเตือนภัยจะเกิดขึ้นเมื่อระดับน้ำท่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หรือถ้ามีปริมาณน้ำฝนต่อชั่วโมงต่อวัน หรือต่อ 3 วัน เกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และถ้ามีระดับน้ำใต้ดินสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ระบบจะเตือนภัยว่ามีโอกาสดินถล่มร่วมด้วย

Keywords – น้ำท่วมฉับพลัน ระบบเตือนภัย SMS

Abstract –This research proposes a system that can early warn about the upcoming flash flood and also landslide for the upstream and downstream areas. The system uses solar cell storage together with batteries as the main power. The system can be split into two parts. The first part is the transmitter installed at the upstream, and composes of a data logger, a water level meter with two sensors for measuring runoff and groundwater levels, a rain gauge, and a processing unit with an SMS (Short Message Service) transmitter and a warning siren. The second is the receiver installed at the downstream,

and composes of an SMS receiver with a warning siren as well. The system can warn the upstream village immediately and then warn the downstream sub-district about 2 hours in advance. The warning alarm takes place when the runoff level, the rainfall in 1 hour, or the rainfall in 1 day or in 3 days, over critical points, and if the groundwater level also exceeds a critical point, the warning will show that a landslide may happen as well.

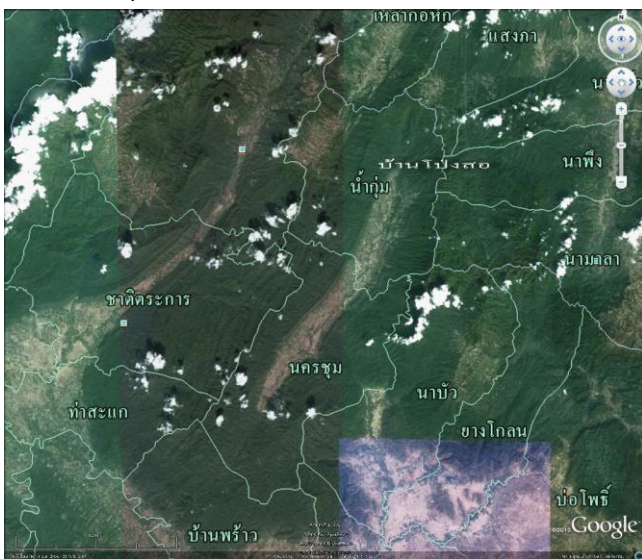
1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศในปัจจุบันเป็นสาเหตุในการเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่รุนแรงมากมายทั่วโลก และในบางครั้งก็เกิดดินถล่มร่วมด้วย ก่อให้เกิดการสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างมากมาย การเตือนภัยล่วงหน้าจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อลดการสูญเสีย เพื่อให้ประชาชนมีเวลาเตรียมตัวรับมือภัยน้ำท่วมดินถล่มที่จะมาถึง งานวิจัยหลายชิ้น เช่น [1], [4] ได้มุ่งความสนใจในการวัดระดับน้ำในแม่น้ำ [1] เสนอระบบตรวจวัดระดับน้ำ ความเร็วของน้ำ ในบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำ 14 สาย โดยใช้เครือข่ายไร้สายและเพิ่มการวัดความสูงของคลื่น ปริมาณน้ำฝนในประเทศเกาหลี งานวิจัยบางชิ้นเช่น [2] ใช้วิธีดึงข้อมูลปริมาณน้ำฝนทางไกลจากภาพถ่ายอินฟราเรดจากดาวเทียม ข้อมูลน้ำฝนที่เกิน 50 มิลลิเมตรต่อวัน จะถูกนำไปวิเคราะห์ในแบบจำลองทางอุทกวิทยา เพื่อเป็นการเฝ้าระวัง งานวิจัยบางชิ้นเสนอการใช้ SMS เพื่อใช้เตือนภัย [1], [3] ซึ่งอาจใช้เตือนภัย แผ่นดินไหว น้ำท่วม ไฟไหม้ [3] ก็ได้ งานวิจัย [5] เสนอกระบวนการวิธีในการแยกสกัดหาพื้นที่น้ำท่วม โดยใช้ข้อมูลทางอุทกนิคมวิทยาและอุทกวิทยาและแจ้งเตือนภัยผ่านทางเว็บ (web) ส่วนในเรื่องการเตือนภัยดินถล่ม งานวิจัย [6] ได้เสนอระบบ

คาดการณ์ดินถล่ม โดยการตรวจวัดระดับน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำฝน เซนเซอร์แผ่นดินไหว ซึ่งก็ยังเป็นเรื่องยากในการทำงาน

สำหรับในประเทศไทย มีการเสนอระบบการการเตือนภัยน้ำท่วมอัตโนมัติสำหรับชุมชนเมือง [7] ซึ่งเป็นการวัดระดับน้ำในแม่น้ำโดยบอกความแตกต่างได้ 8 ระดับ และแจ้งเตือนภัยทาง SMS สำหรับเทศบาลนครพิษณุโลก งานวิจัย [8] ได้มีการสร้างอุปกรณ์เตือนภัยต้นแบบ โดยวัดปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม อุณหภูมิ และปริมาณแสงอาทิตย์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เตือนภัยผ่านทางระบบ GSM (Global System for Mobile communication)/GPRS (General Packet Radio System) ซึ่งมีการติดตั้งที่จังหวัด อุตรดิตถ์ สุโขทัย และแพร่

ในจังหวัดพิษณุโลกก็มีหลายพื้นที่ที่มีความเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมฉับพลันเช่นกัน เช่น พื้นที่ในหุบเขาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอำเภอนครไทยที่ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำแควน้อย ต้นน้ำแควน้อยอยู่ที่บ้านโป่งสอห่างจากตัวตำบลนครชุมประมาณ 15 กม. ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่บริเวณนี้ถูกโอบล้อมไปด้วยภูเขาน้อยใหญ่ ดังแสดงอยู่ในรูปที่ 1 บ้านโป่งสออยู่บริเวณด้านเหนือของภาพซึ่งอยู่ในตำบลน้ำกุ่ม แม่น้ำแควน้อยเริ่มไหลจากบ้านโป่งสอลงมาผ่านตำบลน้ำกุ่มและตำบลนครชุมตามลำดับโดยใช้เวลาจากบ้านโป่งสอมายังตำบลนครชุมประมาณ 2 ชั่วโมง ในบริเวณเหล่านี้เกิดน้ำท่วมเกือบทุกปี



รูปที่ 1 ภาพถ่ายทางอากาศของบ้านโป่งสอ ตำบลน้ำกุ่ม และนครชุม จาก

Google Earth

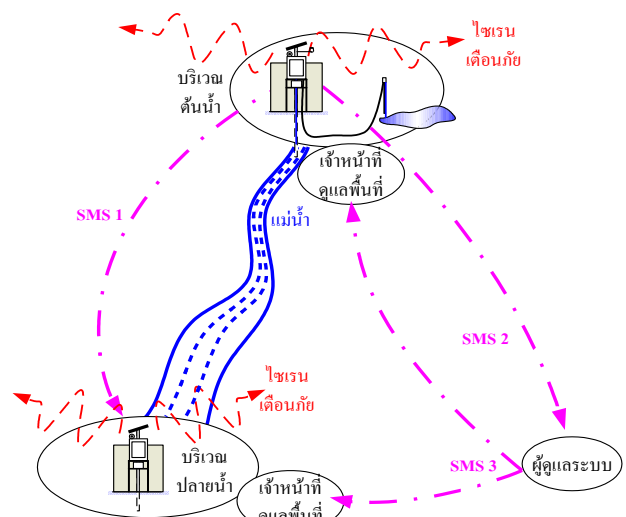
งานวิจัยนี้เป็นการเสนอระบบเตือนภัยล่วงหน้าอีกแบบโดยการตั้งสถานีส่ง SMS ที่บริเวณต้นน้ำ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำท่า และระดับน้ำใต้ดิน และนำไปประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) ข้อมูลจะถูกตัดสินใจว่าจะมีการเตือนภัยหรือไม่ ขึ้นอยู่กับข้อมูลสถิติการเกิดน้ำท่วมฉับพลันในประเทศไทย เมื่อมีการเตือนภัยเกิดขึ้นโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ในสถานีส่ง จะมีเหตุการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1) มีเสียงไซเรนร้องเตือนภัยที่สถานีภาคส่งตามระดับความรุนแรง และขณะเดียวกันข้อมูลการเตือนภัยก็จะถูกส่งโดย SMS ไปยังสถานีภาครับที่ปลายน้ำ ไซเรนที่ภาครับก็จะร้องเตือนภัยตามระดับความรุนแรงเช่นกัน จึงเป็นการเตือนภัยล่วงหน้าให้แก่พื้นที่ปลายน้ำก่อนที่จะน้ำจากต้นน้ำจะไหลไปถึงปลายน้ำ และขณะเดียวกัน

2) ข้อมูล SMS เตือนภัยนี้ก็จะถูกส่งให้แก่ผู้ดูแลระบบ เพื่อให้ผู้ดูแลระบบวิเคราะห์ดูว่าเป็นการเตือนภัยจริงหรือไม่ เพื่อเป็นการตรวจสอบความแน่นอนของการเตือนภัย เมื่อผู้ดูแลระบบเห็นว่าข้อมูลที่ได้เป็นการเตือนภัยที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมฉับพลันแน่นอน

3) ผู้ดูแลระบบสามารถโทรแจ้งหรือส่ง SMS แจ้งเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงภัยต่าง ๆ ได้

ผลที่ได้จึงเป็นการเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันในบริเวณต้นน้ำ และแจ้งเตือนภัยล่วงหน้าต่อประชาชนพื้นที่ปลายน้ำก่อนที่จะน้ำจากต้นน้ำจะไหลไปถึง ประชาชนทั้งต้นน้ำและปลายน้ำก็จะสามารถเตรียมตัวรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วมฉับพลันได้ ดังแสดงอยู่ในรูปที่ 2

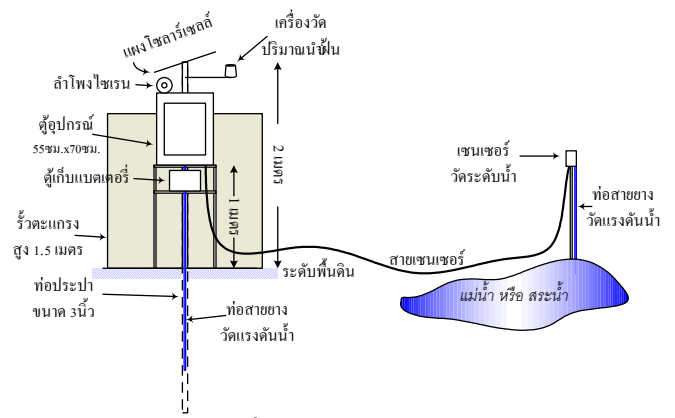


รูปที่ 2 การเตือนภัยจากสถานีภาคส่งไปสถานีภาครับ ผู้ดูแลระบบ และเจ้าหน้าที่ดูแลพื้นที่

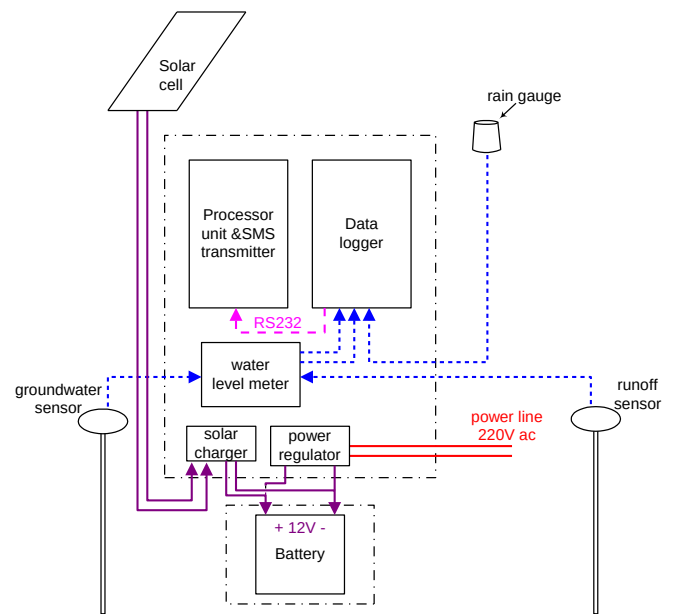
2. องค์ประกอบของระบบเตือนภัย

ระบบประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกคือ ภาคส่งซึ่งติดตั้งสถานีที่บริเวณต้นน้ำ ส่วนที่ 2 คือ ภาครับติดตั้งสถานีที่บริเวณปลายน้ำ ภาคส่งเป็นหัวใจของระบบ ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดต่าง ๆ เช่น ตัววัดน้ำฝน ตัววัดระดับน้ำสองหัวเซนเซอร์สำหรับวัดความสูงของน้ำท่าและน้ำใต้ดิน คาต้าล็อกเกอร์เป็นตัวเก็บบันทึกข้อมูล หน่วยประมวลผลพร้อมตัวส่ง SMS แผงเซลล์แสงอาทิตย์พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าแก่สถานี และแบตเตอรี่ ฯลฯ ดังแสดงอยู่ในรูปที่ 3 คาต้าล็อกเกอร์จะรับข้อมูลจากตัววัดน้ำฝนซึ่งเป็นค่าปริมาณน้ำฝน จากเซนเซอร์วัดระดับน้ำซึ่งจะวัดค่าของน้ำท่าและน้ำใต้ดินและบันทึกข้อมูลลงในแฟลชไดรฟ์ (flash drive) หนึ่งในสองของหัวเซนเซอร์จะวัดระดับน้ำท่าโดยการวัดระดับน้ำในสระหรือแม่น้ำใกล้เคียง ๆ อีกหัวเซนเซอร์จะวัดระดับน้ำใต้ดินบริเวณที่ตั้งของสถานี ต่อมาหน่วยประมวลผลจะทำการตัดสินใจว่าจะมีการเตือนภัยหรือไม่ ข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจจะขึ้นอยู่กับข้อมูลสถิติของน้ำท่วมดินถล่มในอดีตต่าง ๆ [9]-[13]

เมื่อมีการเตือนภัยเกิดขึ้น หน่วยประมวลผลจะส่งเสียงไซเรนเตือนภัย และส่งคำสั่งไปยังตัวส่ง SMS เพื่อส่ง SMS ไปยังสถานีภาครับและผู้ดูแลระบบสำหรับการตรวจสอบพร้อมกัน ภาครับประกอบด้วย หน่วยประมวลผลและตัวรับ SMS (เป็นตัวส่งด้วย) แผงเซลล์แสงอาทิตย์พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุและแบตเตอรี่สำหรับเป็นกำลังไฟฟ้าจ่ายให้แก่สถานี เมื่อมี SMS เข้ามายังสถานีภาครับ ภาครับจะตรวจสอบว่า SMS ที่เข้ามามาจากหมายเลขที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าเป็น SMS ที่มาจากภาคส่ง ซึ่งเป็นหมายเลขที่ถูกต้อง หน่วยประมวลผลจึงจะประมวลผลต่อไปซึ่งเป็นการตรวจสอบข้อมูลเพื่อตัดสินใจว่าเป็นการเตือนภัยระดับต่ำ กลาง หรือสูง ในระบบนี้ ทั้งทางด้านภาคส่งและภาครับ การเตือนภัยระดับต่ำจะเป็นเสียงไซเรนร้องประมาณ 10 วินาทีและหยุดร้องประมาณ 50 วินาที เป็นจำนวน 10 รอบ การเตือนระดับกลางจะเป็นเสียงไซเรนร้องประมาณ 20 วินาทีและหยุดร้องประมาณ 40 วินาที จำนวน 20 รอบ การเตือนระดับสูงจะเป็นเสียงไซเรนร้องประมาณ 30 วินาทีและหยุดประมาณ 30 วินาที เป็นจำนวน 30 รอบ



รูปที่ 3 แผนผังสถานีภาคส่ง



รูปที่ 4 แผนผัง (block diagram) การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของสถานีส่ง

การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ แสดงอยู่ในรูปที่ 4 แยกออกเป็น ส่วนแหล่งจ่ายพลังงานและส่วนของสัญญาณ ส่วนแหล่งจ่ายพลังงานถูกออกแบบให้มีความเป็นอิสระจากไฟฟ้าที่จ่ายมาจากภายนอกพอสมควรเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้แม้ยามไฟบ้านดับ พลังงานหลักจึงถูกออกแบบให้ได้มาจากการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) ขนาด 20 W ที่ติดตั้งอยู่เหนือสถานี ผ่านอุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุ (solar charger) ซึ่งจะอัดประจุ (charge) เข้าสู่แบตเตอรี่ 12 V เพื่อเก็บพลังงานไว้ใช้ในยามที่ไม่มีแสงแดด แต่ถ้าแรงดันไฟของแบตเตอรี่ต่ำกว่า 12 V อุปกรณ์แปลงไฟสลับจากไฟฟ้าเป็นไฟตรง (power regulator) ก็จะอัดประจุเข้าสู่แบตเตอรี่แทน กระแสไฟฟ้าที่

ใช้ในสถานีส่งประมาณไม่เกิน 100 mA แต่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถอัดประจุได้กระแสสูงถึง 1 A ดังนั้น พลังงานที่ได้จึงมาจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลัก ส่วนของสัญญาณประกอบด้วย คาล์วล็อกเกอร์ (data logger) ซึ่งใช้เก็บบันทึกข้อมูลที่ได้รับมาจากตัววัดน้ำฝนและตัววัดระดับน้ำ (ระดับน้ำท่าและน้ำใต้ดิน) และหน่วยประมวลผลพร้อมตัวส่ง SMS (processor unit and SMS transmitter) ซึ่งจะเป็นตัวประมวลผลและตัดสินใจเตือนภัยส่ง SMS เตือนภัยและสั่งให้ไซเรนมีเสียงเตือนภัยดังออกมา

2.1 คาล์วล็อกเกอร์ (Data logger)

อุปกรณ์นี้สร้างขึ้นจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega8515L ออกแบบให้มีอินพุตพอร์ต (input port) 4 พอร์ตโดยใช้ IC PCF8574P 4 ตัว ทำหน้าที่เป็นตัวขยายพอร์ต เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากตัววัดน้ำฝน จากเซนเซอร์วัดระดับน้ำท่าและน้ำใต้ดิน และมีสาร์รองไว้ 1 พอร์ต ตัววัดน้ำฝนถูกออกแบบให้สร้างสัญญาณพัลส์ (pulse) 1 ลูกต่อปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา 1 มิลลิเมตร คาล์วล็อกเกอร์จะรับและรวบรวมปริมาณน้ำฝนสะสม แล้วบันทึกข้อมูลของปริมาณน้ำฝนลงในตัวเก็บข้อมูลชนิด EEPROM เพื่อเป็นการป้องกันการสูญหายของข้อมูล ข้อมูลจากตัววัดระดับน้ำมายังคาล์วล็อกเกอร์จะเป็นข้อมูลน้ำท่าและน้ำใต้ดิน เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร คาล์วล็อกเกอร์ก็จะบันทึกค่าข้อมูลทั้งสามลงใน flash drive ผ่านทาง ET-USB Flash drive ข้อมูลวันเวลาจาก Real Time Clock DS1307 จะถูกบันทึกลงไปด้วย และขณะเดียวกันก็จะส่งข้อมูลผ่านทางสาย RS232 ไปยังหน่วยประมวลผล แผนผังของคาล์วล็อกเกอร์แสดงอยู่ในรูปที่ 5 และเพื่อเป็นการประกันว่าข้อมูลที่รับเข้ามาจะไม่ใช่สัญญาณรบกวน ข้อมูลที่รับเข้ามาทุกครั้งจะต้องถูกอ่านเข้ามา 2 ครั้งเปรียบเทียบกับ ถ้าข้อมูลไม่ตรงกัน แสดงว่าเป็นสัญญาณรบกวน ก็จะไม่มีการบันทึกข้อมูล และข้อมูลน้ำท่าและน้ำใต้ดินที่มีค่าตั้งแต่ 255 ขึ้นไป อาจเป็นเพราะพอร์ต PCF8574P เปิดวงจรอยู่ หรืออาจเป็นข้อมูลผิดพลาด ระบบก็จะไม่บันทึกข้อมูลเช่นกัน รายละเอียดของแต่ละพอร์ตเป็นดังต่อไปนี้

Port 1: อุปกรณ์ตรวจจับปริมาณน้ำฝนโดยรับข้อมูลเป็นการนับพัลส์ (Pulse Counter)

- ขา (pin) ที่ 1 และขาที่ 2 ทำการรับสัญญาณพัลส์ (pulse) ที่ได้จากเคาะ ของอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณน้ำฝนโดย 1 เคาะ

= ปริมาณน้ำฝนเข้ามา 1 มิลลิเมตร โดยสามารถปรับตั้งค่าได้ตามอุปกรณ์รับน้ำฝน

- ขาที่ 3 และขาที่ 4 เป็นตัวตรวจสอบสัญญาณแบบดิจิตอล ใช้เป็นตัวสาร์รอง ในกรณีที่ อินพุตพอร์ตที่ใช้เป็นตัวหลักใช้งานไม่ได้ โดยอาจใช้เป็นตัวช่วยตัดสินใจ เช่น ให้ สัญญาณ 0 = ไม่อันตราย และ 1 = อันตราย (สภาวะปกติ ไม่ได้ถูกใช้งานเพื่อการตัดสินใจเตือนภัย) เช่น ให้ ขาที่ 3 ใช้ตรวจสอบสัญญาณของตัวตรวจวัดระดับน้ำท่า ขาที่ 4 ใช้ตรวจสอบสัญญาณของตัวตรวจวัดระดับน้ำใต้ดินหรือความชื้นในดิน

- อีก 4 ขาที่เหลือ ปล่อยว่างเอาไว้

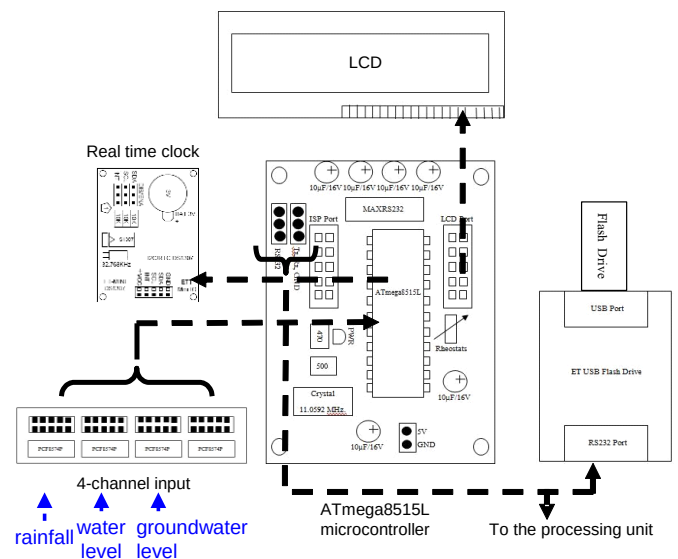
Port 2: ตัวตรวจวัดระดับน้ำท่า (runoff level)

รับสัญญาณดิจิตอลความละเอียด 8 bit จะทำการรับค่าเข้ามาทุกครั้งที่มีข้อมูลระดับน้ำท่า เข้ามา และถ้าระดับน้ำสูงเกินกว่าระดับที่ตั้ง 15 เซนติเมตรขึ้นไป คาล์วล็อกเกอร์จะบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลไปให้หน่วยประมวลผลแจ้งเตือนภัย ตามระดับความรุนแรงของการท่วม

Port 3: ตัวตรวจวัดระดับน้ำใต้ดิน (groundwater level)

รับสัญญาณดิจิตอลความละเอียด 8 bit ถ้ามีระดับน้ำใต้ดินสูงเกินจุดที่คาดว่าจะมีอันตรายดินถล่มได้ และประกอบกับถ้ามีปริมาณน้ำฝนสะสมมากถึงจุดที่อาจจะเกิดน้ำท่วมฉับพลันจะทำการแจ้งเตือนภัยว่ามีโอกาสดินถล่มร่วมกับน้ำท่วมฉับพลันด้วย

Port 4: เป็นช่องสาร์รอง



รูปที่ 5 แผนผังของคาล์วล็อกเกอร์ (data logger)

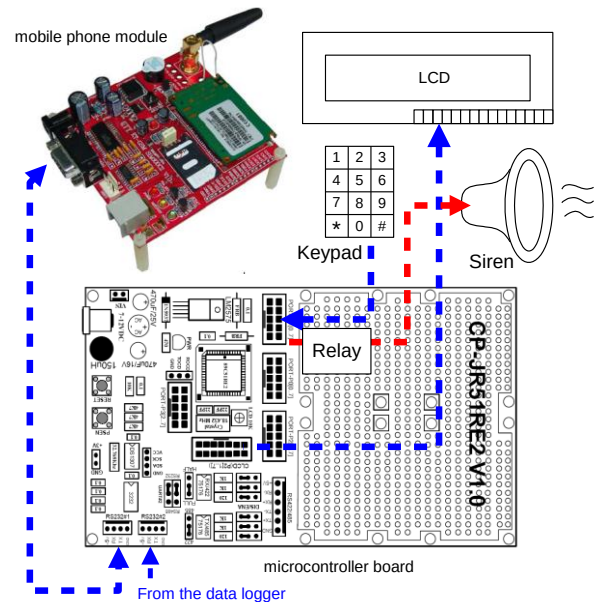
2.2 หน่วยประมวลผลพร้อมตัวส่ง SMS (Processing unit with an SMS transmitter)

เมื่อข้อมูล ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำท่า และระดับน้ำใต้ดิน ถูกส่งผ่านจากดาต้าล็อกเกอร์มายังหน่วยประมวลผล ไมโครคอนโทรลเลอร์ข้างในจะทำการตรวจสอบข้อมูลและตัดสินใจว่าควรเป็นการเตือนภัยหรือไม่ ขึ้นอยู่กับสถิติน้ำท่วมดินถล่มในอดีตที่ผ่านมา [9]-[13] โดยจาก [10] สรุปการพิจารณาจากปริมาณฝน ถ้าในช่วง 2-3 วันก่อน ปริมาณฝนสะสมไม่เกิน 100 มิลลิเมตร แล้วปัจจุบันในรอบ 24 ชั่วโมง ปริมาณฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตร ให้เตรียมอพยพ หากสะสมในรอบ 2 วันถัดมาเกิน 300 มิลลิเมตร ควรให้อพยพออกจากพื้นที่เสี่ยงภัยทันที กรณีในช่วง 2-3 วันก่อนปริมาณฝนสะสมมากกว่า 100 มิลลิเมตร ควรปรับลดลงอีกอาจเป็นเกิน 200 มิลลิเมตรให้อพยพจากพื้นที่เสี่ยงภัย และสรุปว่าถ้าปริมาณฝนมากกว่า 90 มิลลิเมตร ถือว่าฝนตกหนักมากจาก [11] สรุปความเข้มข้นที่ทำให้เกิดน้ำท่วมได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 35-70 มิลลิเมตร/ชั่วโมง จาก [12] พบว่าถ้าปริมาณน้ำฝนมากกว่า 90 มิลลิเมตรในรอบ 24 ชั่วโมง จะเกิดน้ำป่าไหลหลาก และหากปริมาณน้ำฝนมากกว่า 150 มิลลิเมตร ขึ้นดินบางแห่งอาจเกิดดินไหลหรือดินถล่ม โดยเมื่อฝนตกหนักเป็นเวลานาน น้ำฝนจะไหลซึมลงไปในพื้นที่ดินจนกระทั่งดินชุ่มน้ำ ไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้เนื่องจากความดันของน้ำในดินเพิ่มขึ้น (Piezometric head) เป็นการเพิ่มความดันในช่องว่างของเม็ดดิน (Pore Pressure) ดันให้ดินมีการเคลื่อนที่ลงตามลาดเขาได้ง่ายขึ้น และนอกจากนี้แล้วน้ำที่เข้าไปแทนที่ช่องว่างระหว่างเม็ดดินทำให้แรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดินลดลงส่งผลให้ดินมีกำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินลดลงทำให้ความปลอดภัยของลาดดินลดลงไปด้วย ซึ่งอิทธิพลของฝนและน้ำใต้ดินต่อการเกิดดินเลื่อนไหลหรือถล่มได้มีการรายงานไว้หลายแห่งเช่นกัน [14]-[15]

ข้อมูลเหล่านี้จึงกลายเป็นเงื่อนไขต่าง ๆ ของการเตือนภัยของระบบนี้ดังนี้

1. น้ำฝน 35-49 มิลลิเมตร/ชั่วโมง 90-99 มิลลิเมตร/วัน หรือ 185-199 มิลลิเมตร/3วัน จะเป็นการเตือนภัยระดับต่ำ
2. น้ำฝน 50-69 มิลลิเมตร/ชั่วโมง 100-109 มิลลิเมตร/วัน หรือ 200-214 มิลลิเมตร/3วัน จะเป็นการเตือนภัยระดับกลาง

3. น้ำฝนมากกว่า 70 มิลลิเมตร/ชั่วโมง 110 มิลลิเมตร/วัน หรือ 215 มิลลิเมตร/3วัน จะเป็นการเตือนภัยระดับสูง
4. ระดับน้ำท่า 15-29 เซนติเมตร เหนือระดับพื้นดินพร้อมกับมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1 มิลลิเมตร/ชั่วโมง หรือมีข้อมูลใหม่เข้ามา จะเป็นการเตือนภัยระดับต่ำ
5. ระดับน้ำท่า 30-44 เซนติเมตร เหนือระดับพื้นดินพร้อมกับมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1 มิลลิเมตร/ชั่วโมง หรือมีข้อมูลใหม่เข้ามา จะเป็นการเตือนภัยระดับกลาง
6. ระดับน้ำท่าเกิน 45 เซนติเมตร เหนือระดับพื้นดินพร้อมกับมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1 มิลลิเมตร/ชั่วโมง หรือมีข้อมูลใหม่เข้ามา จะเป็นการเตือนภัยระดับสูง
7. ระดับน้ำใต้ดินมากกว่า 50 เซนติเมตรขึ้นไป จากระดับอ้างอิง (เช่น อาจเป็น 50 หรือ 100 เซนติเมตรต่ำกว่าระดับพื้นดิน แล้วแต่สภาพภูมิประเทศของสถานที่ติดตั้ง) ผวนกับปริมาณน้ำฝนมากกว่า 35 มิลลิเมตร/ชั่วโมง 90 มิลลิเมตร/วัน หรือ 185 มิลลิเมตร/3วัน จะเป็นการเตือนภัยระดับสูง ซึ่งอาจเกิดดินถล่มร่วมด้วย



รูปที่ 6 หน่วยประมวลผลพร้อมตัวส่ง SMS

ถ้าข้อมูลสอดคล้องกับเงื่อนไขต่าง ๆ เหล่านี้ ไชเรนก็จะร้องตามระดับของการเตือนภัย ในขณะเดียวกัน ข้อความ SMS เตือนภัยก็จะถูกส่งออกไปยังภาครัฐที่ตำบลนครชุมและผู้ดูแลระบบพร้อม ๆ กัน

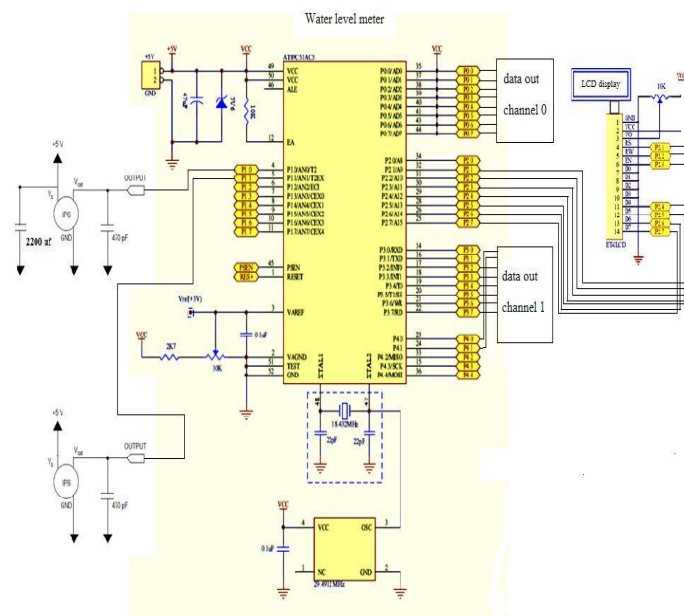
SMS ที่ไปยังผู้ดูแลระบบจะเป็นการตรวจสอบ ผู้ดูแลระบบจะพิจารณาข้อความเตือนภัยที่เข้ามา เปรียบเทียบกับข้อความ every-week-send-back SMS ซึ่งเป็น SMS ที่ถูกส่งมาจากภาคส่งทุกสัปดาห์ เพื่อแจ้งข้อมูลสถานการณ์ในขณะนั้นของพื้นที่ต้นน้ำ(บ้านโป่งสอ)ให้แก่ผู้ดูแลระบบ ถ้าผู้ดูแลระบบมั่นใจว่าน้ำท่วมฉับพลันจะเกิดขึ้นแน่นอน ก็จะสามารถโทรศัพท์หรือ SMS แจ้งไปยังเจ้าหน้าที่ต่าง ๆ ผู้รับผิดชอบพื้นที่ได้อย่างมั่นใจ แผนผังของหน่วยประมวลผลฯ แสดงอยู่ในรูปที่ 6 อุปกรณ์ส่ง SMS ที่ใช้คือ ET-GSM SIM300CZ ซึ่งเป็นโมดูล (module) สื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก รองรับระบบการสื่อสาร GSM ความถี่ 900/1800/1900 MHz โดยส่งงานผ่านทางช่องสื่อสารอนุกรม RS232 ด้วยชุดคำสั่ง AT Command สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรับส่งสัญญาณแบบ Voice SMS Data FAX และยังสามารถสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP ด้วย

และเพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดในการรับข้อมูลหรืออาจเกิดจากสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบ ข้อมูลน้ำท่าและน้ำใต้ดินที่จะนำมาประมวลผลตัดสินใจเตือนภัย จะถูกตรวจสอบก่อนว่ามีค่าเกินค่าดิจิทัล 8 บิตหรือคือ 255 หรือไม่ ถ้ามีค่า 255 ขึ้นไป ระบบจะให้ค่าเป็นศูนย์ทันที เพื่อเป็นการป้องกันการเตือนภัยที่ผิดพลาด

ส่วนในสถานีภาครับนั้น หน่วยประมวลผลของภาครับจะมีส่วนต่าง ๆ ทางฮาร์ดแวร์ (hardware) คล้ายภาคส่งแต่จะไม่มีส่วนต่อเชื่อม RS232 ออกไปภายนอก และมีโปรแกรมการทำงานที่แตกต่างกัน เมื่อสถานีภาครับรับข้อความเตือนภัยเข้ามา จะสั่งให้แสดงข้อความเตือนภัยผ่านจอ LCD และแสดงเวลา วัน เดือน ปี ของข้อมูลที่ส่งเข้ามา ข้อมูลเตือนภัยจะถูกเก็บไว้ใน EEPROM ดังนั้น จึงสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้โดยการกดสั่งจาก keypad การเตือนภัยจะเป็นเสียงไซเรนตามระดับความรุนแรงเช่นเดียวกับที่สถานีภาคส่ง เมื่อเริ่มเปิดเครื่องหรือรีเซ็ตเครื่องในตอนแรก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งไปยังโมดูลโทรศัพท์เพื่อลบข้อความ SMS เก่าทั้งหมดก่อน เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดจาก SMS เก่า และในขณะที่ระบบทำงานอยู่ ถ้ามี SMS เข้ามาที่ภาครับนี้ ระบบจะตรวจสอบก่อนว่า SMS นั้นถูกส่งมาจากเบอร์โทรศัพท์เบอร์ใด ถ้าไม่ใช่เบอร์ของภาคส่ง ระบบจะลบข้อความนั้นทิ้งและไม่สนใจข้อความนั้นเลย ข้อความ SMS ที่ถูกต้องเท่านั้นที่จะถูกนำไปประมวลผลว่าเป็นการเตือนภัยระดับใดต่อไป

2.3 ตัววัดระดับน้ำสองหัวเซนเซอร์ (Water level meter with two sensors)

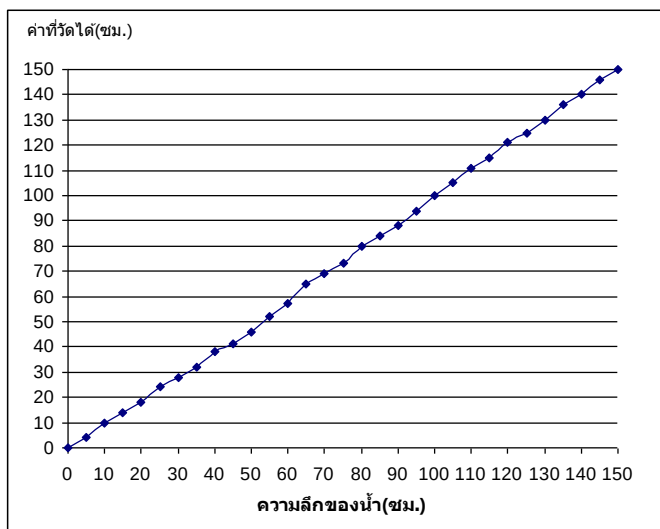
อุปกรณ์นี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51AC3 ของ ATMEL ซึ่งมีฟังก์ชัน ADC (analog to digital converter) อยู่ภายในตัวไอซี จึงไม่จำเป็นต้องใช้ไอซี ADC จากภายนอก สำหรับฟังก์ชัน ADC นี้สามารถรับสัญญาณแอนะล็อก (analog) ได้สูงสุด 8 Channel โดยรับสัญญาณเข้ามาทาง พอร์ต 1 สามารถเลือกใช้ฟังก์ชันนี้ทำการแปลงสัญญาณแอนะล็อกทีละ Channel อย่างต่อเนื่อง หรือจะให้ทำการแปลงสัญญาณเฉพาะ channel ที่เราต้องการก็ได้เช่นกัน โดยสัญญาณดิจิทัลที่แปลงได้จะมีความละเอียด 10 บิต การรับสัญญาณแต่ละขาของพอร์ต 1 จะมีวงจร Sample and Hold เพื่อช่วยให้สัญญาณแอนะล็อกที่รับเข้ามาเพื่อแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลในขณะเวลาที่มีการแปลงมีระดับสัญญาณคงที่ ในงานวิจัยนี้ต้องการแปลงสัญญาณ A/D (analog to digital) เพียงสองช่องสัญญาณ หัวเซนเซอร์ทั้งสองหัวเป็นเซนเซอร์วัดความดันซึ่งจะให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าแปรกับความลึกของน้ำ (หรือคือความดันของน้ำ) หัวเซนเซอร์ตัวหนึ่งจะติดตั้งที่ตลิ่งของแม่น้ำหรือสระน้ำ เซนเซอร์ที่สองจะติดตั้งที่สถานีภาคส่งเพื่อวัดระดับน้ำใต้ดินได้สถานี งานวิจัยนี้ต้องการเซนเซอร์ที่วัดความสูงของน้ำไม่เกิน 5 เมตร หรือสามารถรับแรงดันน้ำได้ 50 kPa จึงเลือกเซนเซอร์ MPX5050DP วงจรของตัววัดระดับน้ำแสดงอยู่ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 วงจรตัววัดระดับน้ำ

จากรูปจะเห็นว่ามีการใช้เซนเซอร์ 2 ตัว ตัวแรกต่อเอาต์พุตของเซนเซอร์ MPX5050DP (ขา 1) เข้ากับขา P1.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลตามคำสั่ง แล้วส่งข้อมูลซึ่งเป็นค่าแรงดันที่แปลงเป็นดิจิตอล 8 บิตออกมาทางพอร์ต 0 เป็นแชนเนล 0 ของวงจร ส่วนเอาต์พุตของเซนเซอร์ตัวที่ 2 ถูกต่อเข้ากับขา P1.1 และแปลงเป็นดิจิตอล 8 บิตเช่นกัน โดยออกที่พอร์ต 3 แต่เนื่องจากพอร์ต 3 ส่งข้อมูลออกได้เพียง 6 bit คือ P3.2-P3.7 ดังนั้นจึงต้องนำเอาข้อมูลบิตต่ำสุดสองบิตแรกมาออกที่ P4.0 และ P4.1 แล้วจึงรวมกันเป็น 8 บิต เป็นแชนเนล 1 ของวงจร

การทดสอบตัววัดระดับน้ำ ทำได้โดยการนำสายยางขนาดเล็กต่อเข้ากับช่องวัดความดันของเซนเซอร์ อีกช่องของเซนเซอร์ซึ่งเป็นช่องอ้างอิงสามารถเปิดไว้หรือปิดด้วยกาวก็ได้ หย่อนปลายสายยางอีกด้านลงไปใต้น้ำ ทำการทดลองวัดค่าที่ระดับความลึกของน้ำที่ปลายสายยาง ผลที่ได้พล็อตเป็นกราฟระหว่างค่าวัดที่ได้กับความลึกแสดงในรูปที่ 8 ผลที่ได้ในช่วงนี้ (0 - 150 ซม.) มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน ± 3 ซม.



รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของน้ำกับค่าที่ได้จากเครื่องวัด

3. การทดลองและผลการใช้งานของระบบ

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลตัวอย่างที่อยู่ในแฟลชไดรฟ์ (flash drive) ในช่วงเวลาทำการทดลองระหว่างวันที่ 2 เม.ย. ถึง 7 พค. 2553 ตารางที่ 2 แสดงข้อความ SMS ที่ได้รับมาในโทรศัพท์ของผู้ดูแลระบบ

ข้อมูลทั้งสองตารางแสดงเหตุการณ์ความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างปริมาณน้ำฝน น้ำท่า น้ำใต้ดิน และข้อความ SMS เตือนภัย ในตารางที่ 1 ตัวเลขหลัง “\$A” คือ ปริมาณน้ำฝนสะสมในหน่วย มิลลิเมตร ตัวเลขหลัง “D” เป็นระดับน้ำท่าในหน่วย เซนติเมตร เหนือระดับ -50 เซนติเมตร ตัวเลขหลัง “E” คือระดับน้ำใต้ดินในหน่วย เซนติเมตร เหนือระดับ -100 เซนติเมตร (ค่าอ้างอิงสามารถปรับเปลี่ยนได้แล้วแต่สภาพพื้นที่ที่ติดตั้ง) ตัวเลขหลัง “!” คือวันที่และเวลา ส่วนตัวอื่น ๆ เป็นการสำรองไว้ในบรรทัดที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ระดับน้ำท่าเป็น 77 เซนติเมตร เหนือระดับ -50 เซนติเมตร หมายความว่า ระดับน้ำท่าคือ $77-50 = 27$ เซนติเมตร เหนือระดับพื้นดิน ดังนั้นจึงมี SMS ในบรรทัดที่ 3 ในตารางที่ 2 แสดงข้อความเตือนภัยเกี่ยวกับน้ำท่วมฉับพลันที่มีความสูง 27 เซนติเมตร เหตุการณ์อย่างเดียวกันเกิดขึ้นอีกที่บรรทัดที่ 5 10 และ 35 ในตารางที่ 1 และทำให้มี SMS เตือนภัยในบรรทัดที่ 4 5 และ 7 ในตารางที่ 2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการเตือนภัยครั้งต่อไปจะเกิดขึ้นหลังการเตือนภัยล่าสุดอย่างน้อยประมาณ 1 ชั่วโมง ข้อมูลในบรรทัด 13-23 ในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนสะสมในหนึ่งชั่วโมงมีมากกว่า 10 มิลลิเมตร/ชั่วโมง สำหรับการทดลอง (ค่าใช้งานจริงอยู่ที่ 35 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) ดังนั้นระบบจึงมีการเตือนภัยพร้อมกับมี SMS ในบรรทัดที่ 6 ในตารางที่ 2 คำว่า “Low” ในข้อความ SMS บ่งบอกว่าเป็นการเตือนภัยระดับต่ำ SMS อื่น ๆ ในบรรทัดที่ 1 2 8 9 10 เป็น every-week-send-back SMS จากภาคส่ง (บรรทัดที่ 2 และ 10) และจากภาครับ (บรรทัดที่ 1 8 และ 9) ตัวอย่าง ในบรรทัดที่ 10 ในตารางที่ 2 ข้อความ “rf = 0068” หมายถึงน้ำฝนสะสมเป็น 68 มิลลิเมตร “w=039” หมายถึงระดับน้ำท่าเป็น $-50+39 = -11$ เซนติเมตรจากระดับพื้นดิน “s=041” หมายถึงระดับน้ำใต้ดินเป็น 41 เซนติเมตรเหนือระดับ -100 เซนติเมตร นั่นหมายถึงระดับน้ำใต้ดินเป็น $100-41 = 59$ เซนติเมตร ต่ำกว่าระดับพื้นดิน และ “3mm/day” หมายถึงใน 24 ชั่วโมงที่ผ่านมาปริมาณน้ำฝน 3 มิลลิเมตร ในตารางที่ 1 บรรทัดที่ 46-71 น้ำฝนในหนึ่งชั่วโมงเป็น 30 มิลลิเมตร เมื่อตัวประมวลผลตรวจพบว่าเวลาได้ผ่านไปถึงหนึ่งชั่วโมงมันจึงตัดสินใจเตือนภัยดังแสดงในตารางที่ 2 บรรทัดที่ 11 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีโอกาสเกิดดินถล่มร่วมด้วย เนื่องจากมีน้ำฝนเกินจุดที่กำหนด (ในการทดลองเพียงไม่เกิน 10 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) บวกกับมีระดับน้ำใต้ดินสูงถึง 50 เซนติเมตรเหนือระดับ -100 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลที่อยู่ในแฟลชไดรฟ์

	Saved data
1	\$A0016B1C1D000E000F001!07/04/10-13:05:47
2	\$A0016B1C1D077E000F001!07/04/10-13:06:36
3	\$A0016B1C1D000E002F001!07/04/10-13:06:41
4	\$A0016B1C1D000E000F001!07/04/10-13:09:06
5	\$A0016B1C1D066E065F001!07/04/10-13:54:18
6	\$A0016B1C1D058E057F001!07/04/10-13:54:55
7	\$A0018B1C1D061E062F001!07/04/10-18:11:07
8	:
9	\$A0034B1C1D063E064F001!08/04/10-10:29:56
10	\$A0035B0C0D062E063F001!08/04/10-12:51:32
11	\$A0035B0C0D065E064F001!08/04/10-16:39:29
12	\$A0035B0C0D059E059F001!08/04/10-16:41:01
13	\$A0035B0C0D067E067F001!08/04/10-16:48:03
14	\$A0035B0C0D056E056F001!08/04/10-16:48:38
15	\$A0037B1C1D046E043F001!09/04/10-18:16:25
16	\$A0038B0C0D046E043F001!09/04/10-18:17:10
17	\$A0040B0C0D046E043F001!09/04/10-18:17:22
18	\$A0041B0C0D046E043F001!09/04/10-18:17:29
19	\$A0043B0C0D046E043F001!09/04/10-18:17:36
20	\$A0044B0C0D046E043F001!09/04/10-18:17:55
21	\$A0045B0C0D046E043F001!09/04/10-18:18:16
22	\$A0046B0C0D046E043F001!09/04/10-18:18:23
23	\$A0047B0C0D046E043F001!09/04/10-18:18:45
24	\$A0049B0C0D046E043F001!09/04/10-18:20:11
25	\$A0050B0C0D046E043F001!09/04/10-18:43:21
26	\$A0050B0C0D045E043F001!09/04/10-18:43:27
27	\$A0051B0C0D044E043F001!10/04/10-09:58:24
28	\$A0052B0C0D041E039F001!12/04/10-14:05:54
29	:
30	\$A0060B0C0D015E015F001!19/04/10-17:24:52
31	\$A0061B0C0D011E011F001!20/04/10-13:13:57
32	\$A0062B0C0D011E007F001!20/04/10-15:55:46
33	\$A0063B0C0D000E000F001!20/04/10-16:04:42
34	\$A0064B0C0D000E000F001!20/04/10-18:01:17
35	\$A0064B0C0D065E057F001!21/04/10-10:58:30
36	\$A0064B0C0D080E079F001!21/04/10-10:59:34
37	\$A0064B0C0D079E079F001!21/04/10-10:59:41
38	\$A0064B0C0D084E081F001!21/04/10-11:00:14
39	\$A0064B0C0D098E097F001!21/04/10-11:00:38
40	\$A0064B0C0D086E085F001!21/04/10-11:03:34
41	\$A0064B0C0D058E055F001!21/04/10-11:03:39
42	\$A0064B0C0D068E068F001!21/04/10-11:05:20
43	\$A0064B0C0D048E047F001!21/04/10-11:05:56
44	\$A0065B0C0D044E044F001!25/04/10-15:28:19

45	\$A0068B0C0D039E041F001!28/04/10-11:31:12
46	\$A0069B0C0D054E053F001!29/04/10-17:23:11
47	\$A0070B0C0D037E041F001!03/05/10-14:39:44
48	\$A0071B0C0D037E041F001!03/05/10-14:39:49
49	\$A0072B0C0D037E041F001!03/05/10-14:40:01
50	\$A0073B0C0D037E041F001!03/05/10-14:40:22
51	\$A0074B0C0D037E041F001!03/05/10-14:40:31
52	\$A0075B0C0D037E041F001!03/05/10-14:41:21
53	\$A0077B0C0D037E041F001!03/05/10-14:41:43
54	\$A0079B0C0D037E041F001!03/05/10-14:41:51
55	\$A0080B0C0D000E000F001!03/05/10-14:43:25
56	\$A0081B0C0D000E000F001!03/05/10-14:45:48
57	\$A0082B0C0D000E000F001!03/05/10-14:46:32
58	\$A0083B0C0D000E000F001!03/05/10-14:46:44
59	\$A0084B0C0D000E000F001!03/05/10-14:47:21
60	\$A0086B0C0D000E000F001!03/05/10-14:47:35
61	\$A0088B0C0D000E000F001!03/05/10-14:47:42
62	\$A0090B0C0D000E000F001!03/05/10-14:47:47
63	\$A0091B0C0D000E000F001!03/05/10-14:47:53
64	\$A0092B0C0D000E000F001!03/05/10-14:48:05
65	\$A0094B0C0D000E000F001!03/05/10-14:48:30
66	\$A0095B0C0D000E000F001!03/05/10-14:48:35
67	\$A0096B0C0D000E000F001!03/05/10-14:48:42
68	\$A0097B0C0D000E000F001!03/05/10-14:48:55
69	\$A0098B0C0D000E000F001!03/05/10-14:49:01
70	\$A0099B0C0D000E001F001!03/05/10-14:54:19
71	\$A0099B0C0D053E050F001!03/05/10-14:58:02
72	\$A0100B0C0D050E044F001!04/05/10-17:33:40
73	\$A0101B0C0D038E031F001!06/05/10-13:15:06
74	\$A0103B1C1D000E000F000!07/05/10-10:50:46

ตารางที่ 2 ข้อความ SMS ที่ได้รับเข้ามาในโทรศัพท์ของผู้ดูแลระบบ

	Sending number	Date &time	SMS messages
1	+66852729587	7/4/2010 11:01	send sms back for checking, still working from receiver
2	+66821653409	7/4/2010 12:02	rf=0010 w=002 s=001 sm=001, 0mm/day
3	+66821653409	7/4/2010 13:07	13:04:07/04/10-Flash flood, Low 27 cm
4	+66821653409	7/4/2010 13:55	13:52:07/04/10-Flash flood, Low 16 cm
5	+66821653409	8/4/2010 16:40	16:37:08/04/10-Flash flood, Low 15 cm
6	+66821653409	9/4/2010 18:33	18:31:09/04/10-Flash flood, Low 14 mm/hr
7	+66844909231	21/4/2010 10:59	10:20:21/04/10-Flash flood, Low 15 cm

8	+66852729587	21/4/2010 11:01	send sms back for checking, still working from receiver
9	+66852729587	28/4/2010 11:01	send sms back for checking, still working from receiver
10	+66844909231	28/4/2010 12:39	rf=0068 w=039 s=041 sm=001, 3mm/day
11	+66844909231	3/5/2010 14:59	14:20:03/05/10-landslide&flood, High 30 mm/hr

พื้นที่ที่ถูกเลือกให้เป็นพื้นที่ทำการทดลองวิจัย สถานีภาคส่ง
ติดตั้งที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนอาทรอุทิศ บ้านโป่งสอ
ตำบลนครชุม อำเภอ นครไทย จังหวัดพิษณุโลก แสดงอยู่ในรูปที่ 9
เช่น เซอร์เวอร์ระดับน้ำทำติดตั้งที่ขอบบ่อเลี้ยงปลา จากรูปจะเห็น
บริเวณด้านหลังออกไปเป็นเนินเขาด้านตะวันออกที่โอบล้อมพื้นที่
บริเวณนี้อยู่ ส่วนสถานีภาครับติดตั้งที่องค์การบริหารส่วนตำบล
นครชุม อำเภอ นครไทย จังหวัดพิษณุโลก แสดงอยู่ในรูปที่ 10 ผู้
อุปกรณ์ที่ใช้เป็นชนิดกันน้ำ มีขอบยางกันน้ำเพื่อให้อุปกรณ์
อิเล็กทรอนิกส์ภายในตู้ปลอดภัยจากน้ำฝน เพื่อให้มีเสถียรภาพใน
การทำงานที่ดี ความสูงของเสารับเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 2.5
เมตรจากพื้นดิน ไม่สูงมากเมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อม จึงค่อนข้าง
ปลอดภัยจากฟ้าผ่า เรื่องโปรแกรมการทำงานของระบบ ก่อนนำไป
ติดตั้งจริง ระบบได้รับการทดสอบ run โปรแกรมการใช้งาน
ติดต่อกันไม่น้อยกว่า 4 เดือน ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และจากการ
ใช้งานจริง การทำงานของอุปกรณ์ก็มีปัญหาเพียงเล็กน้อย เมื่อแจ้ง
ให้ครูหรือเจ้าหน้าที่ ณ สถานที่ติดตั้งทำการรีเซ็ตเครื่อง ก็สามารถ
ทำงานได้เป็นปกติดีทุกอย่าง



รูปที่ 9 สถานีภาคส่งที่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนอาทรอุทิศ บ้านโป่งสอ
ตำบลน้ำกุ่ม



รูปที่ 10 สถานีภาครับที่องค์การบริหารส่วนตำบลนครชุม

ตัวอย่าง SMS จากสถานีภาคส่งที่ส่งมาให้ผู้ดูแลระบบใน
ช่วงเวลาใช้งานจริง แสดงอยู่ในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าปริมาณ
น้ำฝนสะสมเพิ่มขึ้นแต่ละสัปดาห์ที่สถานีภาค ส่งไม่เกิน 100
มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ไม่ถึงเกณฑ์เตือนภัย จึงไม่มี SMS เตือนภัยจาก
สถานีภาคส่งในช่วงเวลานี้ (30 สิงหาคม 2553 ถึง 20 กันยายน 2553)

ตารางที่ 3 ตัวอย่าง SMS จากสถานีภาคส่งที่ส่งมาให้ผู้ดูแลระบบในช่วงเวลาใช้
งานจริง

	Sending number	Date &time	SMS messages
1	+66844909231	30/8/2010 11:56	rf=0829 w=016 s=019 sm=000, 0mm/day
2	+66844909231	06/9/2010 11:56	rf=0853 w=019 s=002 sm=000, 0mm/day
3	+66844909231	13/9/2010 11:56	rf=0959 w=019 s=032 sm=000, 5mm/day
4	+66844909231	20/9/2010 11:56	rf=1059 w=021 s=000 sm=000, 1mm/day

4. ปัญหาและการวิเคราะห์

1) ในตอนเริ่มต้นของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทดลองส่งข้อมูลการ
เตือนภัยทางวิทยุสมัครเล่น 5 W เช่นกัน แต่จากการทดลองส่ง พบว่า
ส่งได้ประมาณ 5 กิโลเมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อการแจ้งเตือนภัย และ
ใช้กำลังส่งสูง สิ้นเปลืองกำลังงาน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการใช้เซลล์
แสงอาทิตย์เป็นพลังงานหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับ การส่ง SMS ซึ่งส่ง

ได้ไกลกว่า ไม่เปลืองกำลังไฟฟ้า และมีความแน่นอนกว่า จึงได้เลือกใช้การส่ง SMS แทน แต่ก็มีข้อเสียคือต้องพึ่งพาระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ ถ้าระบบโทรศัพท์ขัดข้อง การเตือนภัยก็จะเตือนได้เฉพาะที่ต้นน้ำเท่านั้น

2) ถ้าบริเวณปลายน้ำเป็นพื้นที่ที่มีการรับน้ำจากสายน้ำหลายสาย อาจทำให้การเตือนภัยที่ปลายน้ำไม่ได้ผลถ้ามีสายน้ำจากทางอื่นเข้ามาเสริม เนื่องจากบริเวณต้นน้ำที่เป็นสถานีภาคส่งก็จะมีปริมาณน้ำฝน น้ำท่า ต่าง ๆ ไม่ถึงเกณฑ์การเตือนภัย แนวทางการแก้ไขอาจทำได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าต่าง ๆ เพิ่มเติมที่ปลายน้ำหรือติดตั้งสถานีภาคส่งมากจุดขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลในพื้นที่ต่าง ๆ มากขึ้นเพื่อให้ระบบการเตือนภัยสมบูรณ์ขึ้น

5. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้งานความรู้ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ สื่อสาร เข้ากับปัญหาทางด้านโยธา ทรัพยากรน้ำ เพื่อเป็นการแจ้งเตือนภัย น้ำท่วมฉับพลันและดินถล่มที่อาจเกิดขึ้นได้ในบริเวณพื้นที่ลาดชัน โดยการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน น้ำท่า และน้ำใต้ดิน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและแจ้งเตือนภัยที่บริเวณต้นน้ำ (ซึ่งได้เลือกพื้นที่วิจัยเป็นต้นน้ำแควน้อยที่บ้านโป่งสอ ต.น้ำกุ่ม อ.นครไทย) ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่อชั่วโมง ต่อวัน หรือต่อ 3 วัน มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน และถ้ามีระดับน้ำใต้ดินสูงเกินจุดที่กำหนดด้วย ก็จะเลื่อนระดับการเตือนภัยเป็นมีโอกาสดินถล่มร่วมด้วย ขณะเดียวกันก็จะส่ง SMS เตือนภัยไปยังพื้นที่ทางปลายน้ำ (ซึ่งได้เลือก ต.นครชุม เป็นพื้นที่วิจัย) เพื่อเป็นการเตือนภัยล่วงหน้าก่อนที่น้ำในต้นน้ำแควน้อยจะไหลมาถึงปลายน้ำ (ต.นครชุม อ.นครไทย) ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ดังนั้นจึงเป็นการเตือนภัยล่วงหน้าก่อนข้างมีประโยชน์ต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ทั้ง 2 พื้นที่นี้ เพื่อจะได้หลีกเลี่ยงอันตรายที่จะมาจากน้ำท่วมฉับพลันและดินถล่มที่กำลังจะเกิดขึ้น และระบบยังคำนึงถึงความแน่นอนของข้อมูลและการเตือนภัยโดยการส่ง SMS เตือนภัยทุกครั้งไปยังผู้ดูแลระบบด้วย ประกอบกับทุกสัปดาห์สถานีภาคส่งก็จะส่ง SMS รายงานสถานการณ์น้ำฝน น้ำท่า และน้ำใต้ดิน ไปยังผู้ดูแลระบบเพื่อเป็นการยืนยันตรวจสอบและช่วยให้ผู้ดูแลระบบวิเคราะห์ข้อมูลได้แม่นยำขึ้น และภาครับก็จะมีการ

การส่ง SMS ทุกสัปดาห์ไปยังผู้ดูแลระบบเช่นกัน ซึ่ง SMS ทุกสัปดาห์นี้ก็จะเป็นการแจ้งว่าระบบยังทำงานเป็นปกติ หากสัปดาห์ใดไม่มี SMS รายงานมา ผู้ดูแลระบบก็จะสามารถแจ้งเจ้าหน้าที่ที่สถานีภาคส่งหรือภาครับให้ทำการตรวจสอบหรือรีเซ็ตอุปกรณ์ได้ในทันที

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 จากสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ขอขอบคุณโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนอาทรอุทิศ กองกำกับการตำรวจตระเวนชายแดนที่ 31 และอบต.นครชุม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ให้ติดตั้งสถานีเตือนภัยได้ ขอขอบคุณ สตท. รัชชัย รัตพรหม และครูใหญ่โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน และเจ้าหน้าที่ อบต.นครชุมทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการติดตั้ง และติดตามผลการทำงานของอุปกรณ์เตือนภัยฯ ขอขอบคุณ รศ.ดร.ศรินทร์ทิพย์ แทนธานี ที่ให้แนวคิดและแนะนำเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Jong-uk Lee, Jae-Eon Kim, Daeyoung Kim, and Poh Kit Chong, "RFMS: Real-time Flood Monitoring System with Wireless Sensor Networks," *The 5th IEEE International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Systems(MASS 2008)*, Atlanta, USA, September. 2008.
- [2] Kwabena O. Asante, Rodrigues D. Macuacua, Guleid A. Artan, Ronald W. Lietzow, and James P. Verdin, "Developing a Flood Monitoring System From Remotely Sensed Data for the Limpopo Basin," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 45, No. 6, June 2007.
- [3] Marius Ciocal, Lucian-Ionel Cioca and Sabin-Corneliu Buraga, "SMS Disaster Alert System Programming," *IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*, 2008.
- [4] Zainah Md. Zain and M.N.M.Khalid, "Development of Flood Detector System Using MC68HC11 Microcontroller," *The 5th Student Conference on Research and Development*, 2007.
- [5] Ponthip Limlahapunl and Hiromichi Fukui, "Flood Monitoring and Early Warning System Integrating Object Extraction Tool on Web-based," *ICROS-SICE International Joint Conference*, 2009.

- [6] Leonardo Zan, Gilberto Latini, Evasio Piscina, Giovanni Polloni, Pieramelio Baldelli, "Landslides Early Warning Monitoring System," *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS '02)*, IEEE International, pp. 188-190, 2002.
- [7] ศรีนทร์ทิพย์ แทนธานี, อัครพันธ์ วงศ์กั้งแห, "ระบบการเตือนภัยน้ำท่วมอัตโนมัติสำหรับชุมชนเมือง," *Naresuan University Engineering Journal*, Sept-Dec, Vol.4, No.4, 2009.
- [8] Wattana Kanbua, Cham Khetchaturat, "Decision Support System for Flash Flood Warning Management using Artificial Neural Network," *The 11th Annual National Symposium on Computational Science and Engineering (ANSCSE11)*, Phuket, Thailand, March 28-30, 2007.
- [9] S.Yumuang, , "2001 debris flow and debris flood in Nam Ko area, Phetchabun province, central Thailand," *Environmental Geology* (2006) 51: 545-564, 2006.
- [10] อำนาจ ทิพย์รักษา, "น้ำป่าไหลหลาก ดินโคลนถล่ม เตือนภัย ! กันได้ด้วยตัวคุณเอง," เอกสาร เผยแพร่ของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, กระทรวงมหาดไทย, 2549.
- [11] กองภูมิศาสตร์และกองอุตุนิยมหาวิทยาลัยอุทก, "การศึกษาปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อการเกิดอุทกภัยในประเทศไทย," กรมอุตุนิยวิทยา. Available: http://www.tmd.go.th/info/sec_listpublication17_n.html
- [12] กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม, "ความรู้เกี่ยวกับดินถล่ม," กรมทรัพยากรธรณี, 2552. Available: http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide.htm
- [13] ชัยวัฒน์ ปรีชาวิทย์, นพคุณ โสมสิน, อัมพร จงวานิชสวัสดิ์, และสมคิด สะเกคำ, รายงานทางอุทกวิทยาอุทกภัย อ.วังชิ้น จ.แพร่ วันที่ 3-4 พฤษภาคม 2544, เอกสารวิชาการกองอุทกวิทยา, กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ, 2544.
- [14] H. Marui, *FAO watershed management field manual Landslide prevention measures*, FAO Conservation Guide 13/4, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 1988.
- [15] Nurly Gofar, Lee Min Lee1, Marwan Asof, 2006, "Transient Seepage and Slope Stability Analysis For Rainfall-Induced Landslide: A Case Study," *Malaysian Journal of Civil Engineering* 18(1): 1-13, 2006. Available: <http://eprints.utm.my/8451/1/8451.pdf>