รายงานวิจัย

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอัตราการเสี่ยงการเกิดแผ่นดินถล่มจากอุทกภัยและน้ำป่าไหลหลากบริเวณลุ่มน้ำต้นกำเนิดจากเทือกเขานครศรีธรรมราช ในเขตพื้นที่ อำเภอนบพิตำ อำเภอสิชลและอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ บุญคล่อง

และ อาจารย์พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

2556

ชื่องานวิจัย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอัตราการเสี่ยงการเกิดแผ่นดินถล่ม จากอุทกภัยและน้ำป่าไหลหลากบริเวณลุ่มน้ำต้นกำเนิดจากเทือกเขานครศรีธรรมราช ในเขตพื้นที่ อำเภอนบพิตำ อำเภอสิชลและอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ บุญคล่อง และ อาจารย์พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ปีที่วิจัย 2555-2557

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มที่เหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งหน่วยงานสามารถนำผลจากแบบจำลองไปใช้ในการเตือนภัยให้กับประชาชนได้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้คือ $API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$ และเพื่อความน่าเชื่อถือของแบบจำลองจะใช้ค่าคงตัว K ที่แตกต่างกัน คือค่าคงตัว K ที่ได้จากสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน และค่าคงตัว K ที่ได้จากสภาพแวดล้อมจากน้ำในแม่น้ำลำคลอง จึงแบ่งแบบจำลองออกเป็น 2ลักษณะคือแบบจำลองที่1 วิเคราะห์สภาพสิ่งแวดล้อมบนพื้นดินโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลความชื้นในดิน และการคายระเหยของดิน เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องวัดสภาพอากาศยี่ห้อ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152 และพื้นที่ศึกษาคือ ต้นน้ำคลองกลายของพื้นที่หมู่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ข้อมูลรายวันตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2557 และแบบจำลองที่ 2 วิเคราะห์สภาพแวดล้อมจากน้ำในแม่น้ำลำคลอง เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติ แบบลูกลอย (float type) เป็นเครื่องมือที่รองรับการใช้งานกับระบบตรวจวัดข้อมูลทางไกลอัตโนมัติแบบลูกลอย (float type)อาศัยหลักการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำด้วยแกนหมุน (shaft encoder) ที่ติดตั้งเชื่อมโยงกับลูกลอยสามารถวัดระดับน้ำในช่วงพิสัย 0-15 เมตร มีสัญญาณออก (output signal) เป็นสัญญาณมาตรฐาน 4 - 20 มิลลิแอมป์ หรือ 0-10 โวลท์ Resolutions 0-1500 Cm. Interface RTU และผลจากแบบจำลองได้แสดงภาพให้เห็นได้ชัดเจนด้วยโปรแกรม mathematica และทำการตรวจสอบแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบค่า API ที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองลักษณะ ปรากฏผลที่ได้จะมีค่า API สอดคล้องกัน และสอดคล้องกับสภาพจริง

และสามารถกำหนดค่ามาตรฐานของการเตือนภัยได้ โดยกำหนดระดับการเสี่ยงภัยเป็น “ปลอดภัย” “เฝ้าระวัง” “เตรียมพร้อม”และ “อพยพ”ซึ่งประชาชนสามารถเห็นภาพ และเตรียมการได้ ผู้วิจัยได้นำแสดงให้เห็นด้วยกราฟที่แสดงการเตือนภัยโดยใช้โปรแกรม mathematica

จากการวิจัยพบว่า ค่า API ที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับสภาพจริงโดยเฉพาะเมื่อฝนตกหนัก หรือ ฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลานาน จะทำให้ค่า API สูงขึ้นด้วย ทำให้เห็นว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API มีความแม่นยำ และเหมาะสมที่ใช้กับพื้นที่ต้นน้ำและสามารถแสดงผลการวิจัย เพื่อใช้เตือนภัยให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยในเขตพื้นที่ศึกษาได้ด้วยภาพจากโปรแกรม mathematica จะช่วยให้ตัดสินใจได้ถึงการ“ปลอดภัย” “เฝ้าระวัง” “เตรียมพร้อม”หรือ “อพยพ”เป็นการป้องกันหรือบรรเทาความเดือดร้อนจากภัยพิบัติทางธรรมชาติให้กับชุมชนได้ระดับหนึ่ง

ABSTRACT

This abstract focuses on the application of mathematical model API to warn floods using API stream flow and landslide area. The purpose of this study aimed at: developing the mathematical model API applicable for measuring the flood water source area in Nopphitam District, Nakhon Si Thammarat Province and Suggesting the related agencies to use the results obtained from the application of the mathematical model API for flood warning to the public. The area of the study was Klai water shed canal area at Ban Pean Village No 4, Krungching Sub-district, Nopphitam District in Nakhon Si Thammarat Province. The data was collected by installing data collection instrument measuring daily rainfall, daily water level and daily rate of water flow. The data analysis was proved by used the Mathematical model API is $API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$ which can be of great source to warn flood. In addition to checking the Mathematical model, the cost of API was estimated and compared with the cost of Soil moisture and real situation which can be divided into 5 levels; thus : Normal , Warning1, Warning2, Prepared and Danger level. The following equation applies in the case of landslide area: $K = K_t = \exp\{E_t/W\}$ E_t is evapo transpiration and W is soil moisture , Place: 4, Moo 6, Krungching- Nopitam In the case of water: $K_t = \frac{Q_t}{Q_{t+1}}$, Q is Rating Curve by apparatus used: Rating Curve automatic, Place = 4, Ban Pean, Krungchin – Nopitam Apparatus used: Davis – 6152 Vantage Pro2 Model WS – 6152 In conclusion, the API from water and the landslide remains the same. The study period was two months from November to December 2014. Depending on the amount of rainfall the cost of API will increase too. The researcher can take the results from the model and use the information for flood warning in the study area and river mouth area. On 27thDecember 2014, API cost, at its highest was at 764.41 and it remains to be prepared for the risk of flooding and landslide.

Keyword: Antecedent Precipitation Index (API) mathematical model flood warning

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มที่เหมาะสมกับพื้นที่อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนเงินทุนงบประมาณแผ่นดิน (วช.) กรมทรัพยากรน้ำ และสนับสนุนเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรน้ำ และบริษัทเอกตรีม โดยมี รศ.ดร. สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ และ รศ.ดร.กฤษณะเดช เจริญสุธาสินี เป็นที่ปรึกษาได้เสนอแนวคิด ช่วยเหลือให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอด และมีนักศึกษาคือ นายมานะวุฒิ ทองส่งโสม นายอุดม บัวผัน นักศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ปีที่4 เป็นผู้ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และดูแลรักษาเครื่องมือ

ขอขอบคุณนางสาวนิตยา บัวทอง ที่เป็นผู้ช่วยวิจัย พร้อมทั้งได้รับการร่วมมือในการบำรุงรักษาเครื่องมือจาก อาจารย์สานันท์ บุญคล่อง และเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขานัน 1 ที่คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อมูลของพื้นที่ศึกษา รวมทั้งคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

อรอนงค์ บุญคล่อง

ตุลาคม 2558

คำนำ

รายงานวิจัยนี้ เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วม และแผ่นดินถล่มที่เหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำคลองกลาย ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา การวิจัยจะวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมทั้งบนพื้นดินและในแม่น้ำลำคลอง โดยใช้เครื่องมือวัดสภาพอากาศยี่ห้อ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152 เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาวะบนพื้นดิน สำหรับข้อมูลสภาวะแวดล้อมในน้ำแม่น้ำลำคลอง จะใช้เครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติ แบบลูกลอย (float type) และการตรวจสอบแบบจำลองจะใช้การเปรียบเทียบทั้ง 2 ลักษณะ พร้อมทั้งวิเคราะห์ความเป็นไปได้จากสภาพจริง นอกจากนั้น มีการตั้งค่าที่ได้จากแบบจำลองเป็นการเตือนภัย 5 ระดับคือ “ปลอดภัย” “เฝ้าระวัง ระดับ1 “เฝ้าระวัง ระดับ2” “เตรียมพร้อม” และ “อพยพ” ซึ่งประชาชนในพื้นที่สามารถดูได้จากกราฟที่แสดงไว้เด่นชัดด้วยโปรแกรม mathematica ทำให้ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ที่เหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำ และสามารถนำผลที่ได้ ไปใช้ในการเตือนภัยให้กับชุมชนได้ระดับหนึ่ง

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับภัยธรรมชาติ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย และผู้ที่สนใจทั่วไป หากงานวิจัยนี้มีข้อบกพร่องหรือข้อเสนอแนะประการใด ผู้วิจัยขอรับคำแนะนำด้วยความยินดี

อรอนงค์ บุญคล่อง

ตุลาคม 2558

สารบัญ

เรื่อง หน้า

บทคัดย่อ ..... ก

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

คำนำ ..... จ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญ 1

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

ขอบเขตของการศึกษา 2

ระยะเวลาในการศึกษา 2

นิยามศัพท์ 2

บทที่ 2 5

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 5

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วมหรือแผ่นดินถล่ม 6

ลักษณะภูมิประเทศ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช 9

ความชื้นในดิน (soil moisture) 10

การระเหยและการคายน้ำ (vapor transpiration) 11

ข้อมูลน้ำในลำคลอง 12

โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) 13

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

บทที่ 3 21

วิธีดำเนินการวิจัย 21
ศึกษาและจำแนกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API 21
ลักษณะและข้อมูลเชิงพื้นที่ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำจังหวัดนครศรีธรรมราช 26
ศึกษาเครื่องมือ 28
การรวบรวมข้อมูล 40
การสร้างแบบจำลอง 42
ตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API 45
บทที่ 4 49
ผลการวิจัย 49
ผลจากแบบจำลอง $API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$ (ดัชนีความชุ่มชื้น) 49
การตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API (ดัชนีความชุ่มชื้น) 52
ผลจากการตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API 61
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 65
สรุปผลที่ได้จากการวิจัยสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน 65
อภิปรายผลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน 68
ข้อเสนอแนะสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน 69
สรุปผลที่ได้จากการวิจัยจากสภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลอง 69
อภิปรายผลการวิจัยจากสภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลอง 71
ข้อเสนอแนะการวิจัยจากสภาพแวดล้อมในน้ำจากแม่น้ำลำคลอง 71
บรรณานุกรม 72
ภาคผนวก 75
..... 75

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 2.1 พื้นที่ศึกษา 1 (ก) ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ (ข) จังหวัดนครศรีธรรมราช 9

ภาพที่ 2.2 กระบวนการคายระเหยของน้ำ 11

ภาพที่ 2.3 โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) 14

ภาพที่ 2.4 หน้าต่าง help -> documenttation center และตัวอย่างการใช้งานคำสั่งต่างๆ 15

ภาพที่ 2.5 โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) กับการเขียนกราฟ 16

ภาพที่ 3.1 ความเสียหายจากภัยธรรมชาติ อำเภอนบพิตำ 27

ภาพที่ 3.2 เครื่องวัดสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152 29

ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบเทน้ำอัตโนมัติ 30

ภาพที่ 3.4 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในอากาศ 31

ภาพที่ 3.5 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ 31

ภาพที่ 3.6 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินทั้ง 4 ชั้น 32

ภาพที่ 3.7 เครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม 33

ภาพที่ 3.8 แผงโซล่าร์เซลล์ 33

ภาพที่ 3.9 ชุดแสดงผล 34

ภาพที่ 3.10 แสดงชุดส่งสัญญาณ 34

ภาพที่ 3.11 เครื่องมือวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณี 35

ภาพที่ 3.19 ค่าปริมาณน้ำฝนรายวันจากเครื่องวัดสภาพอากาศทั้ง 2 ชุด 41

ภาพที่ 4.1 ค่า API ของแต่ละชั้นดินประจำเดือนพฤศจิกายน 2557 50

ภาพที่ 4.2 ค่า API ของแต่ละชั้นดินประจำเดือนธันวาคม 2557 50

ภาพที่ 4.3 ค่า API ของแต่ละชั้นดินและระดับการเสี่ยงภัยประจำเดือนพฤศจิกายน 2557 52

ภาพที่ 4.4 ค่า API ของแต่ละชั้นดินและระดับการเสี่ยงภัยประจำเดือนธันวาคม 2557 52

ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบค่า API ประจำเดือนพฤศจิกายน 2557 53

ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบค่า API ประจำเดือนธันวาคม 2557 54

ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบค่า API ประจำเดือนพฤศจิกายน 2557 55

ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบค่า API ประจำเดือนธันวาคม 2557 55

ภาพที่ 4.9 ค่า API และปริมาณน้ำฝน เดือนมีนาคม 2554 56

ภาพที่ 4.10 ความเสียหายจากภัยพิบัติ อำเภอนบพิตำ ปี พ.ศ.2554 27 57

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันประชากรของประเทศได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจึงทำให้เริ่มขาดแคลนที่อยู่อาศัยและที่ทำกินจึงเป็นสาเหตุให้มีการขยายที่อยู่อาศัยและที่ทำกินโดยการทำลายทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น และผลที่ตามมาก็คือภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ดินโคลนถล่ม ที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงเมื่อ ปี พ.ศ.2531 และช่วงปลายเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ซึ่งภัยพิบัติทางธรรมชาติเหล่านี้ได้สร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณที่ลาดเชิงเขา ในตำบลกรุงชิง ตำบลนบพิตำ และพื้นที่ใกล้เคียงบริเวณที่ราบลุ่มใกล้คลองกลายซึ่งไหลผ่าน อำเภอนบพิตำ และอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความปลอดภัยของประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยจึงพยายามพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ที่มีคุณภาพ และเหมาะสมกับพื้นที่ดังกล่าว โดยวิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป จึงแบ่งแบบจำลองได้ 2 ลักษณะคือ แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาวะแวดล้อมบนพื้นดิน โดยใช้ข้อมูลความชุ่มชื้นของดิน และปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ศึกษาหมู่ที่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ กับ สภาวะแวดล้อมในแม่น้ำ ลำคลองโดยใช้ข้อมูลความสัมพันธ์ของความแรงของกระแสน้ำ กับความกว้างของลำคลอง ซึ่งทั้ง2 ลักษณะประกอบกันจะทำให้ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API มีความแม่นยำยิ่งขึ้นสามารถใช้เตือนภัยล่วงหน้าให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย เพื่อป้องกันหรือบรรเทาความเดือดร้อนจากภัยพิบัติทางธรรมชาติดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (API model) ที่ปรับแก้เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อเตือนอุทกภัยในพื้นที่ อำเภอนบพิตำ อำเภอสิชล อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ข้อมูลสภาวะแวดล้อมบนพื้นดิน
2. พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (API model) ที่ปรับแก้เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อเตือนอุทกภัยในพื้นที่ อำเภอนบพิตำ อำเภอสิชล อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ข้อมูลสภาวะแวดล้อมของน้ำในแม่น้ำลำคลอง
3. ร่วมกับประชาชนกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัย แผ่นดินถล่ม ของพื้นที่อำเภอนบพิตำ อำเภอสิชล อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยที่เหมาะสมกับพื้นที่ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำผลที่ได้ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ไปใช้ในการเตือนภัยให้กับประชาชน

ขอบเขตของการศึกษา

1. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการเตือนภัยโดยใช้ข้อมูลสภาวะแวดล้อมบนพื้นดินเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาวะแวดล้อมของน้ำในแม่น้ำลำคลองของพื้นที่ต้นน้ำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. พื้นที่ที่ศึกษาเป็นพื้นที่ต้นน้ำคลองกลายของพื้นที่หมู่ 6 และ ลำน้ำคลองกลาย บริเวณบ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ระยะเวลาในการศึกษา

ปีการศึกษา 2555- 2557

นิยามศัพท์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) เป็นการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเชิงระบบเพื่ออธิบายสภาพปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ถูกใช้ทั้งในสายงานวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และ เศรษฐศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังถูกนิยามว่าเป็นการแสดงผลของส่วนสำคัญของระบบที่มีอยู่ แล้วหรือระบบที่กำลังจะถูกสร้างขึ้น เพื่อแสดงความรู้ของระบบในรูปแบบที่สามารถนำมาใช้งานได้

ภัยพิบัติทางธรรมชาติ เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลให้เกิดอันตราย และเกิดการสูญเสียทั้งชีวิต และทรัพย์สินต่างๆ ภัยพิบัติทางธรรมชาติเกิดขึ้นใน 3 ลักษณะ ได้แก่ ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุภายในโลก เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นบนผิวโลก เช่น การเกิดแผ่นดินถล่ม อุทกภัย ภัยแล้ง ไฟป่า และภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ เช่น วาตภัย ภาวะโลกร้อน ลูกเห็บ ฟ้าผ่า เป็นต้น

ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (Antecedent Precipitation Index : API) ค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในชั้นดิน ที่ดินอุ้มน้ำไว้ ณ เวลาใดๆซึ่งสามารถประเมินได้โดยอาศัยปัจจัยความชื้นในดิน (soil moisture) กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวันหรือแต่ละช่วงเวลา (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548)

ความชื้นในดิน หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกดูดยึดไปเก็บสะสมอยู่ในดินตามส่วนที่เป็นช่องว่างของดิน น้ำในดินนี้เป็นส่วนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ความชื้นในดินปรากฏใน 2 ภาวะ คือภาวะของเหลว (liquid state) หรือน้ำในดิน (soil water) และภาวะก๊าซ (gas state) หรือไอน้ำในดิน (soil water vapor) (ขนิษฐา สุทธิบริบาล, 2544.)

การคายน้ำและการระเหย (vapor transpiration) หมายถึง การที่พืชสูญเสียน้ำออกสู่บรรยากาศทางปากใบในรูปไอน้ำ และการระเหยจากผิวน้ำต่างๆ เช่น จากดิน หิมะ และพื้นผิวอื่นๆ

ปริมาณน้ำฝน (rainfall) หมายถึง ปริมาตรของน้ำฝนที่ตกลงสู่ผิวโลก โดยปกติแสดงอยู่ในรูปของความลึกของน้ำบนพื้นที่หนึ่งที่กำหนด มีหน่วยเป็นความสูง เช่น มิลลิเมตรหรือนิ้ว

ปริมาณน้ำท่า (runoff) หมายถึง ปริมาตรของน้ำที่ไหลผ่าน โดยเป็นการไหลของน้ำบนผิวดินไปสู่ที่ต่ำ ซึ่งจะถูกกักไว้ชั่วคราวตามหนองบึงหรือทะเลสาบก่อนไหลลงสู่ทะเล มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

อัตราการไหลของน้ำท่า หมายถึงปริมาณน้ำที่ไหลในลำน้ำโดยคิดเป็นปริมาตรต่อหน่วยเวลาอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำกระทำได้โดยวิธีใช้ฝายวัดน้ำซึ่งเป็นวิธีวัดการไหลของน้ำโดยตรง การวัดปริมาณการไหลของน้ำโดยฝายวัดน้ำ ใช้กับลำน้ำขนาดเล็กที่มีอัตราการไหลประมาณไม่เกิน 500 ลิตรต่อวินาที (กีรติ ลีวัจกุล,2539)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พื้นที่อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นที่ลาดเชิงเขาและเป็นพื้นที่ต้นน้ำคลองกลาย และคลองสาขาอื่นๆหลายสาย ในอดีตที่ผ่านมาเมื่อฝนตกหนักก็มักจะเกิดน้ำท่วมและเกิดความเสียหายต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API โดยศึกษาสภาวะแวดล้อมแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาวะสิ่งแวดล้อมบนพื้นดินโดยใช้ค่าความชื้นในดิน การคายระเหยของดิน และปริมาณน้ำฝน โดยใช้พื้นที่ศึกษาคือต้นน้ำบริเวณหมู่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช กับแบบจำลองที่ใช้สภาวะแวดล้อมของน้ำในแม่น้ำลำคลอง โดยใช้ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำท่าในพื้นที่บ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่ศึกษา และเพื่อให้ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ที่มีความแม่นยำ และเหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ใช้เตือนภัยให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย ทั้งนี้เพื่อป้องกัน หรือบรรเทาความเดือดร้อนจากภัยพิบัติทางธรรมชาติดังกล่าว ซึ่งการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร ที่เกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วมหรือแผ่นดินถล่ม ลักษณะภูมิประเทศอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช โปรแกรม mathematica สำหรับข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองทั้ง 2 ลักษณะประกอบด้วย ข้อมูลความชื้นในดิน การคายระเหย ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า หรือ ระดับน้ำในแม่น้ำ อัตราการไหลของน้ำท่า และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) คือสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้แก้ปัญหาแทนของจริงเป็นแบบจำลองเหตุการณ์ เป็นการนำเอาสมการคณิตศาสตร์ที่เป็นตัวแทนของกระบวนการต่าง ๆ มาจัดเรียงเป็นลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในระบบ เพื่อให้ระบบนั้นเกิดการทำงานจนได้คำตอบหรือผลสำเร็จของเหตุการณ์ทั้งหมดออกมา (Leaf and Alexander., 1975) กล่าวว่าแบบจำลองเหตุการณ์ทางอุทกวิทยา เป็นผลของการกระทำร่วมกันระหว่างแบบจำลองสมดุลของน้ำ กับสภาวะอากาศในช่วงระยะเวลาของการจำลองเหตุการณ์นั้น

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วมหรือแผ่นดินถล่ม

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเตือนภัยน้ำท่วม และแผ่นดินถล่ม ซึ่งจะจำแนกแบบจำลองทั้งหมดออกเป็น 2 ลักษณะ คือแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาวะในน้ำ กับแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาวะบนพื้นดิน

แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาวะในน้ำ

แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาวะในน้ำที่เกี่ยวข้องกับ อัตราการไหลและมวลน้ำในลำคลองที่มีผลกระทบจากมวลน้ำและอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำลำคลองดังนี้

1. แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินค่าอัตราการไหลของน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากการที่ฝนตกแต่ละครั้ง (Schwab et al, 1971.) โดยมีสมการ ดังนี้

$$Qp = R * CN * A$$

เมื่อ Qp เป็นอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่า (ลบ.ฟุต/วินาที)

R เป็นปริมาณน้ำฝนภายใต้ return period ที่กำหนด (มม.)

CN เป็นค่าคะแนนปัจจัยพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีบทบาทต่อการให้น้ำท่าไหลในลำธาร

A เป็นขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (เอเคอร์)

2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินอัตราการไหลของน้ำท่า สำหรับการประเมินสภาวะวิกฤตของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Witthawatchutikul,P, 1997.) โดยมีสมการ ดังนี้

$$Qp/A = 0.50 * R^{0.38} * CN^{0.99} * A^{-0.99}$$

เมื่อ Qp/A เป็นอัตราการไหลหลากของน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ (ลบ.ม./วินาที/ตร.กม.)

R เป็นปริมาณน้ำฝน (มม.)

CN เป็นค่าคะแนนปัจจัยพื้นที่ต้นน้ำที่มีบทบาทต่อการให้น้ำท่าไหลในลำธาร

A เป็นขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)

3. แบบจำลอง API Model II เพื่อใช้ประเมินค่า API รายวัน ก่อนที่จะนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะการไหลและความขุ่นข้นของน้ำท่าในลำธารในขณะที่ฝนตก เพื่อกำหนดสภาวะวิกฤตของ

การเกิดน้ำป่าไหลหลากและแผ่นดินถล่มในขณะนั้น (พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และวารินทร์ จิระสุขทวีกุล, 2550.) โดยมีสมการ ดังนี้

$$API_{(t)} = [API_{(t-1)} * k_{(t-1)}] + R_{(t)}$$

เมื่อ $API_{(t)}$ เป็นค่า API ของวันที่ t (มม.) ซึ่งเกิดขึ้นจากการให้ค่าคะแนนกับปัจจัยพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีบทบาทต่อการให้น้ำท่าไหลในลำธาร (CN) แล้วปรับค่าให้เป็น API แรกเริ่มด้วยปริมาณน้ำฝนรายปี ที่ตกก่อนหน้าปีที่ทำการประเมิน

$API_{(t-1)}$ เป็นค่า API ของวันก่อนหน้า หรือวันที่ t -1 (มม.)

$k_{(t-1)}$ เป็นอัตราส่วนลดของปริมาณน้ำในชั้นดิน (recession coefficient) ตามช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการระบายให้กับลำธาร และการคายระเหยน้ำ (evapotranspiration) ซึ่งสามารถนำอัตราการลดลงเป็นรายวันของระดับน้ำท่าที่ไหลในลำธารแทนได้

ทั้งนี้ $k = a * e^{-b*API}$

เมื่อ e เป็นค่า naparian log มีค่าเท่ากับ 2.718

a และ b เป็นค่าสัมประสิทธิ์ ของสมการเส้นโค้งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า k กับค่า API

ส่วน $R_{(t)}$ เป็นปริมาณน้ำฝนรายวันที่ตกลงในวันที่ t (มม.)

4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API โดยใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API (Linsely et.al,1949.) โดยมีสมการ ดังนี้

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากการนำข้อมูลความสูงของน้ำท่าในแต่ละช่วงมาแปลงให้เป็นค่าอัตราการไหลของน้ำท่าด้วย rating curve หาค่า recession constant (K) ของน้ำท่าในแต่ละช่วงของอัตราการไหลจากสมการ

$$K = Q_t / Q_{t-1}$$

เมื่อ Q_t = อัตราการไหลของน้ำท่าในวันใดๆ

Q_{t-1} = อัตราการไหลของน้ำท่าของวันก่อนหน้า

แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาวะบนพื้นดิน

แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาวะบนพื้นดินจะเกี่ยวข้องกับ ความชื้นในดิน การคายระเหย และปริมาณน้ำฝนดังนี้

1. แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการคำนวณค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤตโดยการถ่วงน้ำหนักพื้นที่ของความลาดชัน (วรวัชร์ ตอวิวัฒน์และสุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์, 2553.) มีสมการ ดังนี้

$$API_{ave} = \frac{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n}[API_{si} \times \%Area_{si}]Sr\%j}{m}$$

เมื่อ API คือดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤตเฉลี่ย

API_{si} คือดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤตช่วงของความลาดชันใด ๆ

$\%Area_{si}$ คือเปอร์เซ็นต์พื้นที่ ช่วงของความลาดชันนั้น ๆ

$Sr\%j$ คือระดับความอิ่มตัวของดินใด ๆ

n คือจำนวนช่วงของความลาดชัน

m คือจำนวนระดับความอิ่มตัวของดิน

2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API โดยใช้ค่าความชื้นและการคายระเหยของดิน (Linsely et.al ,1949.) โดยมีสมการ ดังนี้

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่าปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983) โดยใช้ค่าความชื้นและการคายระเหยของดินในการหาค่าคงตัว K ดังสมการ

$$K_t = \exp(-E_t / W)$$

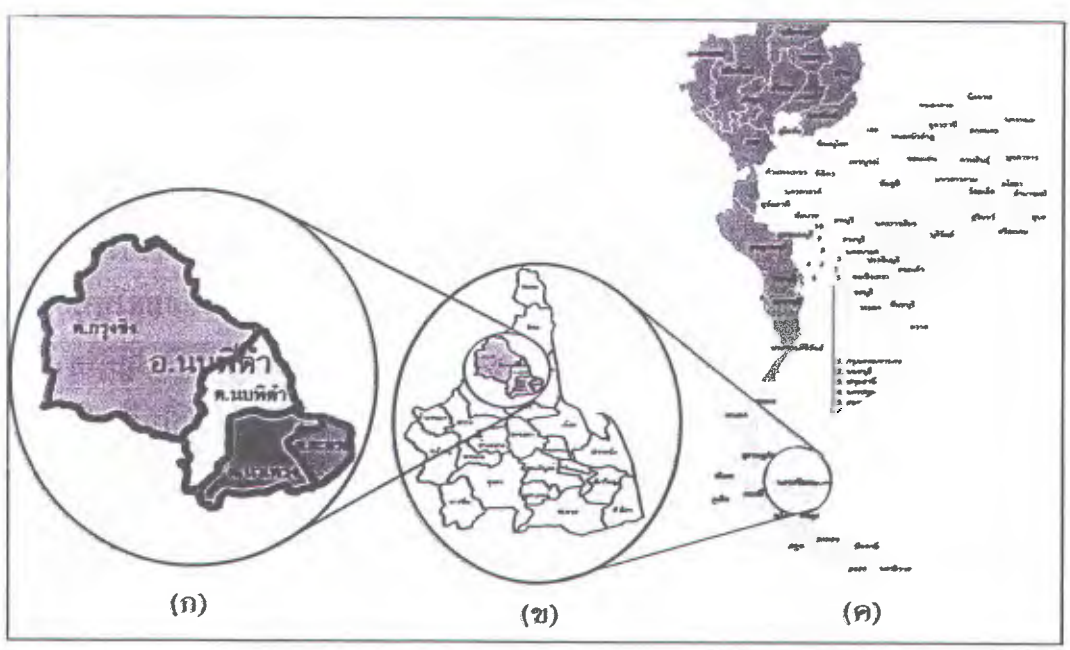
เมื่อ E_t = การคายระเหย ณ เวลาใดๆ

W = ความชื้นในดิน

ลักษณะภูมิประเทศ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ภาคใต้ของประเทศไทย ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบสลับภูเขาสูงในเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวงและอุทยานแห่งชาติเขานัน พื้นที่ในอำเภอนบพิตำ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. พื้นที่ต้นน้ำ จะเป็นพื้นที่ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของต้นน้ำหลายสาย ตั้งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง และอุทยานแห่งชาติเขานัน ห่างจากที่ว่าการอำเภอนบพิตำไปทางทิศตะวันตก ประมาณ 20 กิโลเมตร ตามทางหลวงหมายเลข 4186 มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 227,805ไร่ ประกอบด้วย 11 หมู่บ้านได้แก่ หมู่ 1 บ้านนบ หมู่ 2 บ้านห้วยพาน หมู่ 3 บ้านพิตำ หมู่ 4 บ้านเปียน หมู่ 5 บ้านสวนปราง หมู่ 6 บ้านปากลง หมู่ 7 บ้านห้วยตง หมู่ 8 บ้านทับน้ำเต้า หมู่ 9 บ้านห้วยแห้ง หมู่ 10 บ้านสองแพรก และหมู่ 11 บ้านหวายช่อ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 4 ตำบล ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 พื้นที่ศึกษา (ก) ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ (ข) จังหวัดนครศรีธรรมราช (ค) ประเทศไทย

(ดัดแปลงจาก th.wikipedia.org/wiki/จังหวัดนครศรีธรรมราช)

2. ลักษณะการไหลของน้ำในคลองกลาย ลำน้ำคลองกลายจะเป็นต้นน้ำในที่ราบเชิงเขาบริเวณอุทยานแห่งชาติเขานัน เป็นพื้นที่ของหมู่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช น้ำคลองกลาย จะไหลรวมกับคลองผด และคลองวาด ไหลไปรวมกับคลองเลข บริเวณสะพานข้ามคลองกลายที่เชื่อมระหว่างพื้นที่ หมู่ 5 และ หมู่ 6 ตำบลกรุงชิง (หรือที่ชาวบ้านเรียกว่าสะพานนายก) ไหลผ่านสะพานดังกล่าวไปรวมกับ คลองเปียน บริเวณหมู่ 5 ตำบลกรุงชิง ไหลต่อไปรวมกับลำคลองสายเล็กๆ เช่น คลองปง คลองพิตำ และรวมกับคลองกรุงชิง บริเวณบ้านหัวโคก ก่อนที่จะไหลออกสู่ทะเลที่บริเวณอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช สำหรับบริเวณบ้านหัวโคก เป็นพื้นที่รับน้ำจะเป็นจุดรวมน้ำที่ไหลมาจากคลองต่างๆ จึงทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างและได้รับความเสียหายมากที่สุดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556

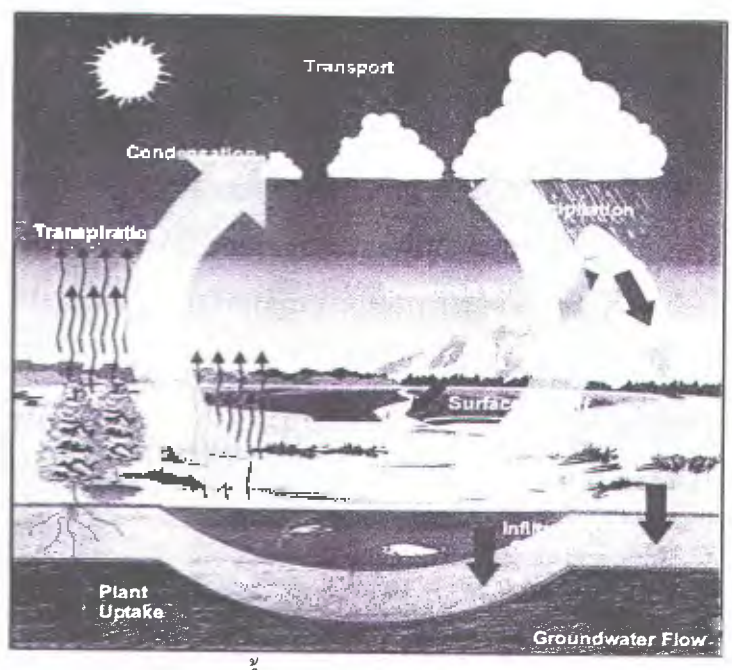
ความชื้นในดิน (soil moisture)

ความชื้นในดิน หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกดูดยึดไปเก็บสะสมอยู่ในดินตามส่วนที่เป็นช่องว่างของดิน โดยความชื้นในดินนี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณ และชนิดของก๊าซที่ปรากฏอยู่ในดินเนื่องจากความชื้นและก๊าซต่างก็อยู่ในส่วนที่เป็นช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน เมื่อดินมีความชื้นมาก ย่อมทำให้ปริมาณก๊าซที่อยู่ในดินลดลง ส่งผลให้การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างดิน และบรรยากาศเหนือพื้นดินเป็นไปได้ยาก ทำให้ก๊าซออกซิเจนมีน้อยลง ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีมากขึ้น และน้ำในดินนี้เป็นส่วนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ความชื้นในดินปรากฏใน 2 ภาวะ คือภาวะของเหลว (liquid state) หรือน้ำในดิน (soil water) และภาวะก๊าซ (gas state) หรือไอน้ำในดิน (soil water vapor) แต่ในสภาวะทั่วไปโดยเฉพาะในภูมิภาคเขตร้อน จะพบความชื้นในดินในภาวะที่เป็นของเหลว เนื่องจากน้ำเป็นสารประกอบ (polar compound) คือ โมเลกุลของน้ำมีประจุไฟฟ้าบวกทั้งหมดเท่ากับประจุไฟฟ้าลบ แต่การกระจายของประจุไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอในทุกส่วนของโมเลกุลของน้ำ ทำให้บางส่วนของโมเลกุลมีขั้วประจุทั้งบวกและลบ น้ำจึงแสดงปฏิกิริยารวม (interaction) ต่อสารที่มีประจุไฟฟ้าที่ไม่เป็นกลางได้ดี และมีสมบัติแตกต่างไป น้ำในดินเป็นน้ำที่ประกอบด้วยสารและไอออนชนิดต่าง ๆ ละลายอยู่ด้วยเสมอ จึงไม่ใช่น้ำบริสุทธิ์ และเมื่อทุกส่วนของช่องว่างในดินมีน้ำขังเต็ม ย่อมไม่มีก๊าซใด ๆ ปรากฏอยู่ เรียกดินที่อยู่ในสภาวะนี้ว่าดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) แต่ถ้ามีน้ำขังเพียงบางส่วน ย่อมมีความชื้นที่อยู่ในภาวะของเหลว และก๊าซบางชนิดรวมทั้งไอน้ำ เรียกดินในสภาวะนี้ว่า ดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (unsaturated soil) น้ำในดินแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นน้ำที่อยู่ในลักษณะที่ถูกดินดูดซับเอาไว้ เรียกว่าความชื้นในดิน (soil moisture) น้ำส่วนนี้ส่วนใหญ่จะถูกเก็บกักเอาไว้ด้วยแรงดึงดูดของเม็ดดิน น้ำส่วนที่เกินความสามารถของดินที่จะดูดซับเอาไว้ได้เรียกว่า (gravitation water) น้ำส่วนนี้จะซึมผ่านชั้นดิน

ต่างๆ สู่ระดับน้ำใต้ดิน ส่วนที่สองซึ่งเป็นน้ำที่ถูกเก็บกักเอาไว้ในดินในรูปของน้ำใต้ดิน น้ำส่วนนี้มีศักยภาพในการไหลออกสู่แหล่งน้ำลำธารด้วยแรงดึงดูดของโลก (ขนิษฐา สุทธิบริบาล, 2544.)

การระเหยและการคายน้ำ (vapor transpiration)

การระเหยเกิดขึ้นเมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ การเปลี่ยนสถานะนี้ต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่ง เรียกว่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (latent heat of vaporization) ในธรรมชาติแหล่งพลังงานนี้ได้แก่รังสีแสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กระบวนการคายระเหยของน้ำ

(ที่มา http://pirun.ku.ac.th/~fengvwv/chotiga/Evaporation.html)

การคายน้ำ (transpiration) คือการที่พืชสูญเสียน้ำออกไปในรูปไอน้ำ น้ำที่ระเหยออกจากพืชส่วนใหญ่จะระเหยสู่บรรยากาศทางปากใบ

อัตราการคายน้ำ (transpiration ratio) เป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำที่พืชใช้ทั้งหมดตลอดอายุของพืช ต่อ น้ำหนักของวัตถุแห้งทั้งหมดของพืช

การคายน้ำและการระเหยเป็นองค์ประกอบเดียวกันซึ่งเป็นปริมาณการระเหยทั้งหมด ได้แก่ การระเหยจากผิวน้ำต่างๆ จากดิน หิมะ พืชและพื้นผิวอื่นๆรวมกับการคายน้ำของพืช สำหรับการคายน้ำรวมกับการระเหยหรือ (evapo transpiration) นั้นจะต่างกับการใช้น้ำของพืช (consumptive use) กล่าวคือ การใช้น้ำของพืชนอกจากจะรวมการระเหยทั้งหมดและการคายน้ำของพืชแล้ว ยัง

รวมถึงจำนวนน้ำที่ใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อของพืชโดยตรงอีกด้วย ถึงแม้ว่าในด้านวิชาการจะมีความหมายแตกต่างกัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วความแตกต่างกันนี้แทบไม่มีความหมาย เมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากการวัด ดังนั้นโดยปกติจะพิจารณาการคายน้ำรวมกับการระเหยและการใช้น้ำของพืชเป็นสิ่งเดียวกัน สำหรับการนำเอาการคายน้ำรวมกับการระเหยไปใช้ในการออกแบบระบบการชลประทาน เพื่อการส่งน้ำให้กับพืชในช่วงที่ขาดน้ำนั้น ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับการคำนวณหาการคายน้ำรวมกับการระเหยสูงสุด (potential evapo transpiration) และการใช้น้ำของพืช (consumptive use) คำว่าการคายน้ำรวมกับการระเหยสูงสุดซึ่งมีชื่อย่อว่า (PET) นั้นหมายถึง การคายน้ำรวมกับการระเหยที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ความชื้นในดินมีให้กับพืชเต็มที่ตลอดเวลาถ้าหากความชื้นหรือน้ำที่มีให้กับดินน้อยกว่าการคายน้ำรวมกับการระเหยสูงสุด น้ำก็จะถูกดึงออกจากดินจนความชื้นลดลงเรื่อยๆในกรณีนี้จะเป็นการคายน้ำรวมการระเหยจริง หรือเรียกว่า actual evapo transpiration (AET) ซึ่งจะมีอัตราลดลงและต่ำกว่าการคายน้ำรวมกับการระเหยสูงสุดจนกระทั่งถึงจุดที่พืชเหี่ยวเฉา การคายน้ำและการระเหยจริงก็จะหยุด การวัดหรือการประมาณค่าการคายน้ำรวมกับการระเหยจริงและการคายน้ำรวมกับการระเหยสูงสุด ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้ เช่นในการศึกษาทางด้านอุทกวิทยา บางกรณีอาจจะใช้ค่าการคายน้ำรวมกับการระเหยเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำแต่ในบางกรณีอาจจะสนใจเฉพาะการใช้น้ำของพืชบางชนิดในลุ่มน้ำหรือการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำของพืช เป็นต้น

ข้อมูลน้ำในลำคลอง

ข้อมูล (data) หมายถึง ข้อเท็จจริงหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ คุณสมบัติของข้อมูลที่ดีได้แก่ มีความถูกต้อง รวดเร็ว สมบูรณ์ ชัดเจนและกะทัดรัด และมีความสอดคล้องกับเรื่องที่ศึกษา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และกำหนดค่าเสี่ยงภัย เพื่อประกอบการเตือนภัย มีดังนี้

1. น้ำท่า

น้ำท่าหรือน้ำในแม่น้ำประกอบไปด้วยน้ำผิวดิน, น้ำใต้ผิว และน้ำใต้ดินโดยน้ำที่ไหลบนผิวดินแยกที่มาได้เป็น 2 ส่วน คือน้ำฝนส่วนเกินจากการซึมลงดิน น้ำฝนส่วนเกินเกิดขึ้นเมื่อ ปริมาณน้ำฝนมากกว่าอัตราการซึมลงดินในขณะนั้น น้ำฝนส่วนที่เหลือนี้จะไหลบนผิวดินสู่พื้นที่ต่ำกว่าและน้ำที่ไหลจากพื้นผิวที่อิ่มตัวด้วยน้ำ จะพบในบริเวณที่ลุ่มต่ำ ขณะฝนเริ่มตกบนผิวดินมีความชื้นสูงเมื่อฝนตกลงมาน้ำฝนจะไหลนองไปยังบนพื้นผิวดิน นอกจากนี้ยังมีน้ำบางส่วนที่ไหลลงใต้ผิวดินและไหลพันผิวดินขึ้นมา โดยบริเวณพื้นผิวที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะขยายตัวครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างขึ้นเรื่อยๆ ขณะฝนตก และค่อยๆ ลดลงภายหลังฝนหยุดตกเนื่องจากเส้นทางการไหลของ

น้ำฝนที่ตกลงมา และมีการเปลี่ยนแปลงไปการตรวจวัดปริมาณน้ำในแต่ละส่วนนั้นทำได้ยาก จึงพิจารณาน้ำในแม่น้ำ เป็นสองส่วน คือ น้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำรวดเร็ว และน้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำช้า

2. น้ำไหลบ่า

น้ำไหลบ่าส่วนใหญ่เป็นน้ำฝนที่ตกลงมาและไหลไปตามผิวดิน รวมถึงน้ำฝนที่ตกลงในลำน้ำโดยตรง และน้ำไหลใต้ผิวดินบางส่วนที่ไหลพ้นผิวดินขึ้นมาโดยการไหลบ่าอาจเกิดขึ้นทันที เมื่อฝนเริ่มตกหรือหลังจากฝนตกไม่นาน และเพิ่มปริมาณจนถึงจุดสูงสุดจากนั้นค่อยๆลดลง โดยปริมาณน้ำสูงสุดนั้นอาจเกิดขณะฝนกำลังตกหากฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานแต่โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นหลังจากฝนหยุดไประยะหนึ่งเนื่องจากน้ำจากจุดต่างๆ ในพื้นที่ จะต้องใช้เวลาระยะหนึ่งในการไหลมารวมตัวกันที่ทางออก ซึ่งระยะเวลาขึ้นอยู่กับขนาดลำคลองและลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ของลุ่มน้ำและน้ำที่ไหลมาทางใต้ดินซึ่งไหลช้ากว่าน้ำที่ไหลบนผิวดิน

3. ระดับน้ำท่า

ระดับน้ำท่าเป็นข้อมูลที่ตรวจวัดได้ง่าย เช่น จากการบันทึกข้อมูล ระดับน้ำท่วมสูงสุดในสมัยกรุงศรีอยุธยาระดับน้ำที่ทำการบันทึกจะอ้างอิงอยู่กับระดับเฉลี่ยของน้ำทะเล เรียก ระดับทะเลปานกลาง (รทก.) หรือ Mean Sea (MSL.) เครื่องมือที่ใช้ มี 2 ลักษณะคือเครื่องมือวัดระดับน้ำแบบไม่อัตโนมัติ และแบบอัตโนมัติเครื่องมือวัดระดับน้ำแบบไม่อัตโนมัติ อาจมีลักษณะเป็น แผ่นวัดระดับหรือเครื่องวัดแบบใช้เส้นลวด และตุ้มน้ำหนัก ซึ่งจะต้องมีคนไปจดบันทึก ตามเวลาอย่างสม่ำเสมอเครื่องมือวัดระดับน้ำแบบอัตโนมัติ มีหลายแบบ อาทิ แบบใช้แรงดัน, แบบใช้ฟองอากาศ และแบบทุ่นลอย

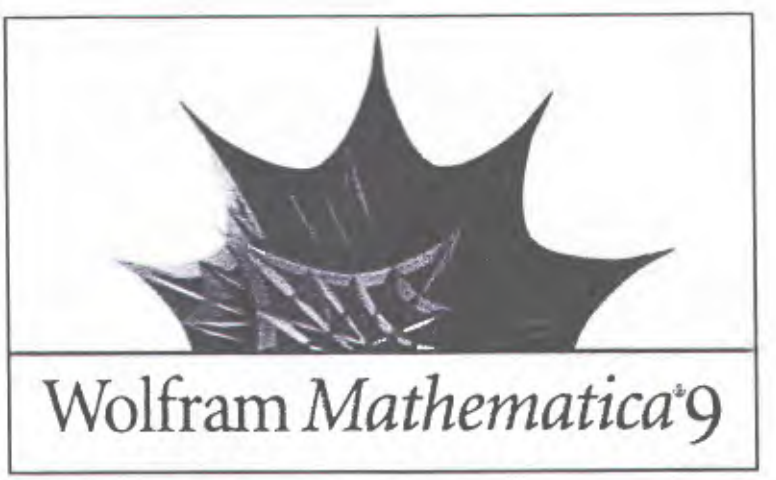
4. อัตราการไหลของน้ำท่า

อัตราการไหลของน้ำท่าหมายถึงปริมาณน้ำที่ไหลในลำน้ำโดยคิดเป็นปริมาตรต่อหน่วยเวลาอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำหาได้โดยวิธีใช้ฝายวัดน้ำซึ่งเป็นวิธีวัดการไหลของน้ำโดยตรง (กีรติ ลีวัจกุล, 2539.)

โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica)

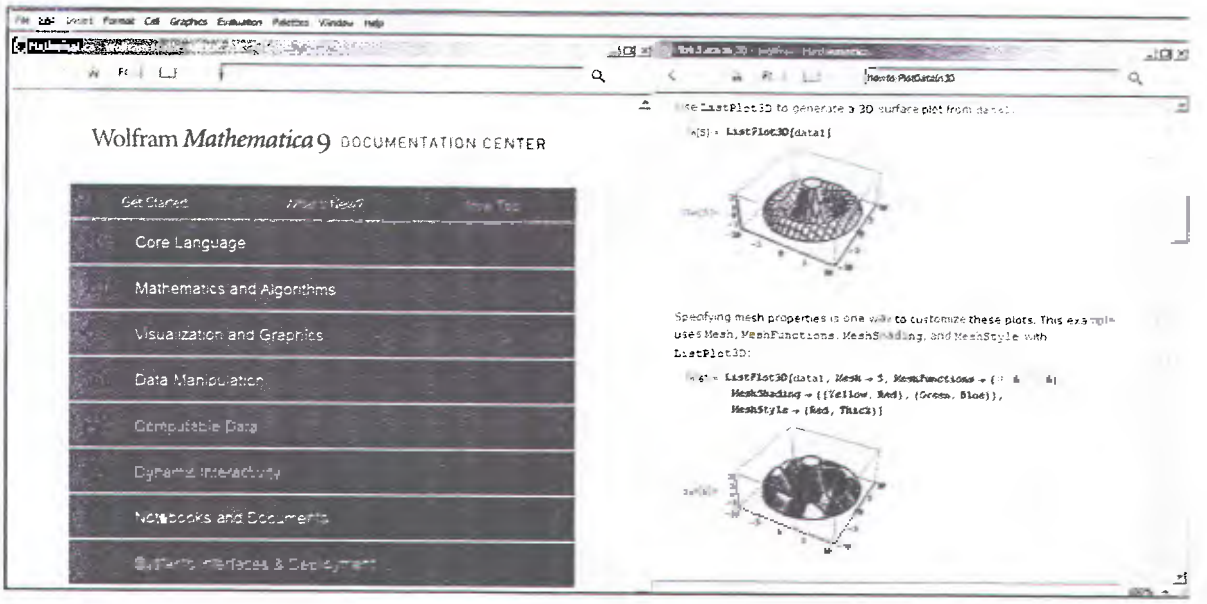
คณิตศาสตร์ประกอบด้วยเนื้อหาที่หลากหลายทำให้มีกฎเกณฑ์ บทนิยามและทฤษฎีบทมากมาย ยากที่จะจดจำได้หมด หรือเรียกใช้ได้ทันท่วงที จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์หลายคนพยายามคิดค้นวิธีการที่จะจดจำสูตรคณิตศาสตร์ และนำไปประยุกต์ใช้ สตีเฟน วุลเฟรม (steplen wolfram)

นักฟิสิกส์ เกิดที่ลอนดอน ประเทศอังกฤษ เมื่อ ค.ศ. 1959 เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้วยวัยเพียง 20 ปี และหลังจากจบปริญญาเอก 2 ปี เขาได้รับรางวัล MacArthur ในปี ค.ศ.1986 สตีเฟน วุลเฟรม ได้คิดค้นนำความสามารถของคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งเนื้อหาที่ง่าย ยากและซับซ้อน จะอยู่ในรูปโปรแกรมพิเศษใช้กับคอมพิวเตอร์ เรียกว่าโปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) เป็นโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงกว่าเครื่องคิดเลขทั่วๆไป มีความสามารถในการคำนวณแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ การคำนวณเชิงตัวเลข การคำนวณเชิงสัญลักษณ์ตัวแปร และการคำนวณเชิงรูปภาพ (อรอนงค์ บุญคล่อง, 2552.)



ภาพที่ 2.3 โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica)

โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีฟังก์ชัน built in มากมาย โดยสามารถศึกษาคำสั่งและตัวอย่างการใช้งานต่างๆ ได้จาก help -> documenttation center ในแถบเครื่องมือ ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 หน้าต่าง help -> documenttation center และตัวอย่างการใช้งานคำสั่งต่างๆ

ส่วนประกอบหลักของโปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica)

โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) แบ่งการทำงานออกเป็นส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. ส่วนใจกลาง (kernel หรือ text – based interface) ทำหน้าที่ในการปฏิบัติการด้านคณิตศาสตร์โดยตรง
2. ส่วนหน้า (front end) ทำหน้าที่ตอบสนองการใช้โปรแกรม มักจะเรียกว่า notebook interface คือส่วนรับคำสั่งจากนั้นจะนำข้อมูลไปประมวลผลในส่วนใจกลาง และแสดงผล (out Put) ในส่วนหน้า หรือ (notebook)

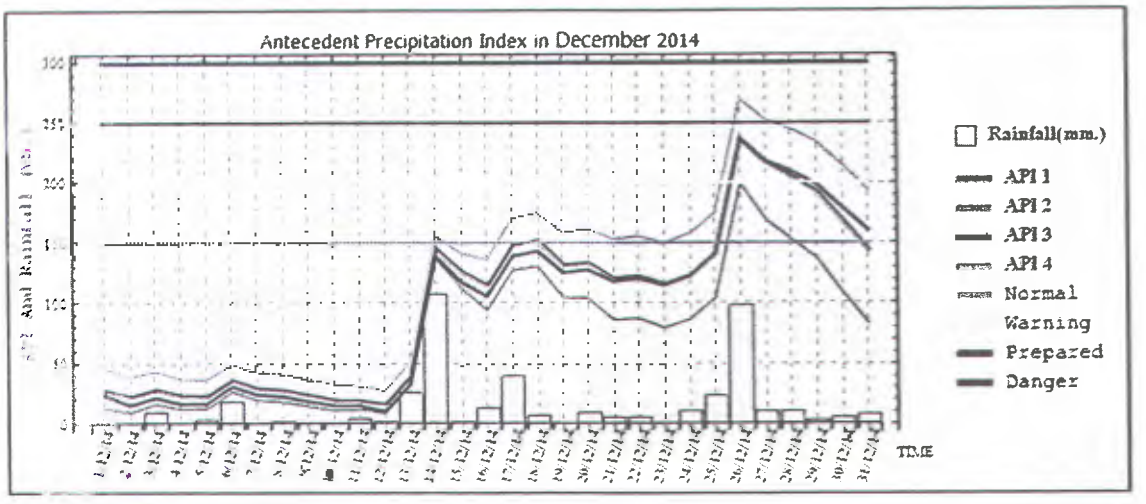
โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) กับการคำนวณ

โปแกรมแมททิเมติกา (mathematica) สามารถคำนวณตัวเลขหรือสัญลักษณ์ตัวแปรที่มีความซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว เช่น $\int_0^6 \int_x^{x^2-2} (2x+3)dydx = 558$

โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) กับการเขียนกราฟ

โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงในการเขียนกราฟรูปแบบต่างๆ และสามารถกำหนดลักษณะของกราฟได้ตามต้องการ

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) ในการเขียนกราฟแสดงค่าต่างๆ ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 โปรแกรมแมททิเมติกา (mathematica) กับการเขียนกราฟ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ (2550.) ได้วิจัยเรื่อง การเตือนภัยดินถล่มโดยอาศัยค่าปริมาณน้ำฝน โดยใช้วิธีการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนแบบเฉือนตรง เพื่อหาคุณสมบัติการลดลงของกำลังรับแรงเฉือนเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำที่เรียกกันว่า Strength Reduction Index : SRI และการทดสอบพฤติกรรมการลดลงของกำลังดินเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความชื้นที่เรียกกันว่า KU-multi state direct shear test : KU-MDS ซึ่งวิธีการทดสอบทั้งสองนี้ได้พัฒนาขึ้นโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและ ฐานรากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการทดสอบ KU-MDS shear test ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงเฉือนของดินที่ระดับความอิ่มตัวต่างๆ ซึ่งได้นำไปทำการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินด้วยวิธี infinite slope และทำการวิเคราะห์หาความชื้นในชั้นดินที่เกิดเนื่องจากการไหลซึมของน้ำ ทำให้สามารถหาสภาวะสมดุลของปริมาณน้ำในชั้นดินที่ค่าความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 1.0 ผลการวิเคราะห์ของพื้นที่ที่มีลักษณะธรณีวิทยา กลุ่มหินภูเขาไฟหรือหินอัคนี ที่ความลึก 2.0 เมตร %S = 87.13%, ความลึก 4.0 เมตร %S = 51.78% และที่ความลึก1.0 เมตร ที่ %S = 99.38% ได้ค่า F.S. = 1.39 แสดงให้เห็นว่าการพังที่ระดับความลึก 1.0 เมตรนั้นเกิดขึ้นได้ยากกว่าที่การพังที่ระดับความลึก 2.0 เมตร และ 3.0 เมตร และค่า API ของดินที่ความลึก 1.0 เมตร, 2.0 เมตร และ 3.0เมตร เท่ากับ 384.9, 659.6 และ 745.5 ตามลำดับ ผลการทดสอบ KU-MDS shear test นอกจากจะได้ผลการทดสอบที่ละเอียดมากขึ้นยังมี นัยสำคัญในการนำมาใช้เตือนภัยดินถล่มเนื่องจากฝนตกหนักได้

ธรรมนูญ แก้วอำพุท และคณะ (2553.) ได้พัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลอง API เพื่อการเตือนภัยน้ำป่าไหลหลากและแผ่นดินถล่ม โครงการย่อยที่ 1 จากงานวิจัยเพื่อท้องถิ่นเกี่ยวกับการเตือนภัยน้ำป่าไหลหลาก และแผ่นดินถล่ม ที่ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ได้พัฒนาแบบจำลอง API เป็นแบบจำลอง API model III ซึ่งรวบรวมเอาปัจจัยเกือบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำป่าไหลหลากและแผ่นดินถล่มเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมินค่า อันได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ลักษณะภูมิประเทศ ความสามารถในการดูดซับน้ำของดิน และชนิดของพืชคลุมดิน นอกจากนี้ ยังได้นำข้อมูลอัตราการไหลของน้ำท่ารายวันหรือระดับความสูงของน้ำท่ารายวันมาใช้เป็นแนวทางในการประเมินค่าอัตราส่วนลดของดัชนีน้ำในดินอีกทั้งได้กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงของค่าคะแนนปัจจัยดินและปัจจัยพืชคลุมดินในช่วงเวลาต่าง ๆ ของรอบปีด้วย ผลการวิจัยพบว่า API Model III สามารถใช้ในพื้นที่ได้ โดยทำการปรับค่าและการกำหนดระดับเสี่ยงภัยในฤดูฝนต่อไป

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และวารินทร์ จิระสุขทวีกุล (2538.) แบบจำลองน้ำท่า และผลกระทบทางอุทกวิทยาหลังการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นสวนยางพารา ที่จังหวัดระยอง ได้ผลของการนำข้อมูลทางอุทกวิทยาที่ประกอบไปด้วย น้ำฝน น้ำระเหย น้ำฝนบนเรือนยอด ปริมาณความสามารถสูงสุดในการดูดซับน้ำฝนของซากพืช อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน การแพร่กระจายของน้ำภายในดิน และ Recession Constant ของกราฟน้ำไหลในลำธาร มาสร้างเป็นแบบจำลองน้ำท่าจากลุ่มน้ำขนาดเล็กที่สถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยหินดาด จังหวัดระยอง ผลปรากฏว่า น้ำท่าในป่าธรรมชาติจะมีประมาณ 16.17 % ของฝนที่ตกลงมาทั้งหมด โดยมีองค์ประกอบเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดิน น้ำไหลจากดินชั้นบน ดินชั้นกลาง และน้ำใต้ดิน 0, 3.69, 37.12 และ 59.19 % ตามลำดับ แต่หลังจากที่ป่าธรรมชาติถูกเปลี่ยนไปเป็นสวนยางพารา น้ำท่าจะเพิ่มมากขึ้นเป็น 22.44 % ของน้ำฝน โดยมีองค์ประกอบของน้ำดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เท่ากับ 54.07, 4.02, 16.39 และ 25.52 % ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของน้ำท่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำไหลบ่าหน้าผิวดิน และการลดลงของปริมาณน้ำใต้ดินนี้ เป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาอุทกภัยในช่วงฤดูฝน และการขาดแคลนน้ำใช้ในช่วงฤดูแล้ง เมื่อพื้นที่ป่าธรรมชาติบริเวณต้นน้ำถูกปรับเปลี่ยนไปเป็นสวนยางพารา ดังนั้น สวนยางพาราจึงไม่สามารถใช้แทนป่าธรรมชาติได้เลย แต่ถ้ามีเหตุจำเป็นที่จะต้องใช้สวนยางพาราทดแทนป่าธรรมชาติที่เสื่อมโทรม จำเป็นต้องมีการเสริมไม้ชั้นรอง และไม้พื้นล่างเข้าไปในโครงสร้างของสวนยางพารา

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และ วารินทร์ จิระสุขทวีกุล (2547.) ได้วิจัยเรื่อง การหาค่า (Antecedent Precipitation index ; API) เพื่อการเตือนอุทกภัยและแผ่นดินถล่ม โดยใช้ปริมาณน้ำฝนและความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงของน้ำท่า หรือน้ำไหลในลำธาร กับอัตราการไหลของ

น้ำท่า ผลการวิจัยพบว่า ค่า API ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการเตือนภัยล่วงหน้าการเกิดอุทกภัยและแผ่นดินถล่มได้ เพราะในช่วงเวลาใดที่พื้นที่ลุ่มน้ำมีค่า API สูง จะเป็นช่วงที่ความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและแผ่นดินถล่มมีค่าสูงตามไปด้วย

วรวัชร์ ตอวิวัฒน์ (2544.) ทำการศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤตเพื่อการเตือนภัยดินถล่มสำหรับดินที่เกิดจากการสลายของหิน ณ ที่ตั้ง ในประเทศไทย โดยใช้วิธีทางวิศวกรรม ศึกษาเสถียรภาพของลาดดินที่เปลี่ยนไปเมื่อระดับความอิ่มตัวของดินเพิ่มขึ้น การวิจัยครั้งนี้ได้ทดสอบคุณสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพและด้านกำลังรับแรงเฉือนของดิน ซึ่งตัวอย่างในการทดสอบได้มาจากการเก็บตัวอย่างจาก37 จังหวัด ได้แก่ ระนอง, พังงา, กระบี่, ตรัง, สตูล, ภูเก็ต, เชียงใหม่, เชียงราย, ลำปาง, น่าน, แม่ฮ่องสอน,แพร่, ลำพูน, อุตรดิตถ์, กำแพงเพชร, กาญจนบุรี, นครสวรรค์, ตาก, เพชรบูรณ์, ชลบุรี, ระยอง, จันทบุรี,ปราจีนบุรี, นครราชสีมา, เลย, สระบุรี, ชัยภูมิ, หนองคาย, อุดรธานี, อุบลราชธานี, เพชรบุรี, ประจวบคีรีขันธ์,ชุมพร, นครศรีธรรมราช, พัทลุง, สุราษฎร์ธานี และ สงขลา เริ่มต้นจากการสำรวจและเก็บตัวอย่างคงสภาพมาทดสอบหาค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินที่ระดับความอิ่มตัวของดินต่างๆ นำค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินที่เปลี่ยนแปลงตามระดับความอิ่มตัวไปวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน เพื่อหาค่าความหนาของชั้นดินวิกฤตที่ระดับความอิ่มตัวของดินและความลาดชันพื้นที่ระดับต่างๆ จะได้ความสัมพันธ์ของค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤตสำหรับแต่ละระดับความลาดชันพื้นที่ และทำการถ่วงน้ำหนักพื้นที่ความลาดชันเพื่อกำหนดค่าดัชนีความชุ่มชื้นวิกฤตของพื้นที่ตัวแทนในการเตือนภัยจากดินถล่มต่อไป ผลการวิจัยพบว่า กำลังรับแรงเฉือนของดินจะแปรผกผันกับค่าระดับความอิ่มตัวของดิน และค่าระดับความอิ่มตัวของดินมีผลต่อค่าความเชื่อมแน่นของดินอย่างมาก พื้นที่ที่เกิดการพิบัติของลาดดินมีความลาดชัน 28 ถึง 35 องศา และความหนาของชั้นดินวิกฤตที่เกิดการเคลื่อนพัง 2 ถึง 4 เมตร สำหรับดินที่สลายตัวจากหินแกรนิต ส่วนดินที่สลายตัวจากหินตะกอนจะมีความลาดชันในช่วง 35 ถึง 40 องศาในการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤตปัจจัยสำคัญต่อการคำนวณ คือ ค่าความพรุนของดินและลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ จากค่าเส้นชั้นความสูงของดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤตสามารถแบ่งพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มเป็น 5 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ 1 บริเวณทางภาคเหนือและภาคตะวันตก พื้นที่ 2 ตั้งแต่จังหวัดเลย, เพชรบูรณ์, นครสวรรค์ และ ชัยภูมิ พื้นที่ 3 บริเวณขอบแอ่งโคราช พื้นที่ 4 บริเวณภาคตะวันออกพื้นที่ 5 บริเวณทางภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีจนกระทั่งถึงภูเก็ต และพื้นที่ 6 บริเวณภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราชจนกระทั่งถึงจังหวัดสงขลา

ชุติมาศ สำแดงฤทธิ์ (2552.) การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองภารเพิ่มทั่วไปและโครงข่ายประสาทเทียมกรณีศึกษาลุ่มน้ำยมสถานี Y.4 จังหวัดสุโขทัยจากการ

พยากรณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองการเพิ่มทั่วไปและโครงข่ายประสาทเทียมพบว่าให้ผลดังนี้ แบบจำลองการเพิ่มทั่วไปให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ 502.68 เปอร์เซนต์และค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ 402.68 เปอร์เซ็นต์ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ 19.00 เปอร์เซ็นต์ และค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ 80.99 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการพยากรณ์ปริมาณน้ำด้วยแบบจำลองด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ผลลัพธ์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์และค่าความแม่นยำดีกว่าวิธีการสร้างแบบจำลองการเพิ่มทั่วไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม ให้เหมาะสมกับพื้นที่อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช เริ่มจากการศึกษาค้นคว้าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ที่เกี่ยวข้องกับการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มและจำแนกแบบจำลองเพื่อให้ได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับปัจจัยความชื้นและการคายระเหยของดินในพื้นที่ศึกษาบริเวณต้นน้ำคลองกลาย หมู่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช รวมถึงคุณสมบัติและประสิทธิภาพของเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลซึ่งเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องวัดสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152 และเครื่องมือวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณี นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองมีการตรวจสอบแบบจำลองและกำหนดค่ามาตรฐานในการเตือนภัยสอดคล้องกับสภาพจริง ดังนี้

ศึกษาและจำแนกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม

1. ศึกษาแบบจำลอง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน ดังนี้

1.1 Schwab et al (1971.) ได้สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินค่าอัตราการไหลหลากของน้ำท่าที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตกแต่ละครั้ง ในปี ค.ศ. 1971 โดยมีสมการ ดังนี้

$$Qp = R * CN * A$$

เมื่อ Qp เป็นอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่า (ลบ.ฟุต/วินาที)

R เป็นปริมาณน้ำฝนภายใต้ return period ที่กำหนด (มม.)

CN เป็นค่าคะแนนปัจจัยพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีบทบาทต่อการให้น้ำท่าไหลในลำธาร

A เป็นขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (เอเคอร์)

แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสามารถใช้กับเครื่องวัดน้ำฝนอย่างง่ายได้แต่ไม่สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษาเนื่องจากจะต้องใช้ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ

1.2 Witthawatchutikul, P. (1997.) ได้เสนอแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินอัตราการไหลหลากของน้ำท่า สำหรับการประเมินสภาวะวิกฤตของพื้นที่ลุ่มน้ำไว้ในปี ค.ศ.1997 โดยมีสมการ ดังนี้

$$Qp/A = 0.50 * R^{0.38} * CN^{0.99} * A^{-0.99}$$

เมื่อ Qp/A เป็นอัตราการไหลหลากของน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ (ลบ.ม./วินาที/ตร.กม.)

R เป็นปริมาณน้ำฝน (มม.)

CN เป็นค่าคะแนนปัจจัยพื้นที่ต้นน้ำที่มีบทบาทต่อการให้น้ำท่าไหลในลำธาร

A เป็นขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)

แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่ประกอบไปด้วยปัจจัยต่างๆหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มทำให้แบบจำลองนี้มีความน่าเชื่อถือสูงแต่ใช้ข้อมูลที่ซับซ้อนและใช้ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่

1.3 พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และวารินทร์ จิระสุขทวีกุล (2550.) ได้เสนอแบบจำลอง API Model II เพื่อใช้ประเมินค่า API รายวัน ก่อนที่จะนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะการไหลและความขุ่นข้นของน้ำท่าในลำธารในขณะที่ฝนตก เพื่อกำหนดสภาวะวิกฤตของการเกิดน้ำป่าไหลหลากและแผ่นดินถล่มใน พ.ศ. 2550 โดยมีสมการ ดังนี้

$$API_{(t)} = [API_{(t-1)} * k_{(t-1)}] + R_{(t)}$$

เมื่อ $API_{(t)}$ เป็นค่า API ของวันที่ t (มม.) ซึ่งเกิดขึ้นจากการให้ค่าคะแนนกับปัจจัยพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีบทบาทต่อการให้น้ำท่าไหลในลำธาร (CN) แล้วปรับค่าให้เป็น API แรกเริ่มด้วยปริมาณน้ำฝนรายปี ที่ตกก่อนหน้าปีที่ทำการประเมิน

$API_{(t-1)}$ เป็นค่า API ของวันก่อนหน้า หรือวันที่ t -1 (มม.)

$k_{(t-1)}$ เป็นอัตราส่วนลดของปริมาณน้ำในชั้นดิน (recession coefficient) ตามช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการระบายให้กับลำธาร และการคายระเหยน้ำ (evapo transpiration) ซึ่งสามารถนำอัตราการลดลงเป็นรายวันของระดับน้ำท่าที่ไหลในลำธารแทนได้

ทั้งนี้ $k = a * e^{-b*API}$

เมื่อ e เป็นค่า Naparian log มีค่าเท่ากับ 2.718

a , b เป็นค่าสัมประสิทธิ์ ของสมการเส้นโค้งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า k กับค่า API

ส่วน $R_{(t)}$ เป็นปริมาณน้ำฝนรายวันที่ตกลงในวันที่ t (มม.)

แบบจำลองนี้ใช้ได้ง่ายแต่ต้องใช้ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งจะมีค่าแตกต่างกัน

1.4 Linsely et.al (1949.) ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API โดยใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ไว้ใน ค.ศ.1949 โดยมีสมการดังนี้

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากการนำข้อมูลความสูงของน้ำท่าในแต่ละช่วงมาแปลงให้เป็นค่าอัตราการไหลของน้ำท่าด้วย rating curve หาค่า recession constant (K) ของน้ำท่าในแต่ละช่วงของอัตราการไหลจากสมการ

$$K = Q_t / Q_{t-1}$$

เมื่อ Q_t = อัตราการไหลของน้ำท่าในวันใดๆ

Q_{t-1} = อัตราการไหลของน้ำท่าของวันก่อนหน้า

แบบจำลองนี้ใช้ได้ง่ายและค่า API ที่ได้มีความเชื่อมั่นและสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษาแต่จะต้องใช้กับข้อมูลที่เป็นจุดรวมน้ำจากแม่น้ำหลายสาขา

1.5 วรวัชร์ ตอวิวัฒน์และสุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ (2553.)ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการคำนวณค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินAPIในช่วงขณะที่มีปริมาณน้ำฝนสูงในขั้นวิกฤตโดยคำนึงถึงความลาดชันของพื้นที่ มีสมการดังนี้

$$API_{ave} = \frac{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n}[API_{si} \times \%Area_{si}]Sr\%j}{m}$$

เมื่อ API คือดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤตเฉลี่ย

API_{Si} คือดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤตช่วงของความลาดชันใด ๆ

$\%Area_{si}$ คือเปอร์เซ็นต์พื้นที่ ช่วงของความลาดชันนั้น ๆ

Sr% j คือระดับความอิ่มตัวของดินใด ๆ

n คือจำนวนช่วงของความลาดชัน

m คือจำนวนระดับความอิ่มตัวของดิน

แบบจำลองนี้นำไปใช้ได้ง่ายแต่จะต้องใช้ข้อมูลขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำมาด้วยซึ่งไม่สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา

1.6 Linsely et.al (1949.) ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API โดยใช้ค่าความชื้นและการคายระเหยของดินไว้ใน ค.ศ.1949โดยมีลักษณะสมการ ดังนี้

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983.) โดยใช้ค่าความชื้นและการคายระเหยของดินในการหาค่าคงตัว K ดังสมการ

$$K_t = \exp(-E_t / W)$$

เมื่อ E_t = การคายระเหย ณ เวลาใดๆ

W = ความชื้นในดิน

แบบจำลองนี้นำไปใช้ได้ง่ายและค่า API ที่ได้มีความแม่นยำและสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นต้นน้ำแต่ต้องใช้ข้อมูลความชื้นในดิน

2. จำแนกแบบจำลอง

2.1 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน จะเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ที่ใช้ค่าความชื้นและค่าการคายระเหยของดินที่เหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช คือ แบบจำลองของ Linsely et.al (1949.) สมการที่ใช้คือ

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากค่าความชื้น และการคายระเหยของดิน สอดคล้องกับการหาค่าคงตัว K ของ Chodhury and Blanchard (1983). ดังสมการ

$$K_t = \exp(-E_t / W)$$

เมื่อ E_t = การคายระเหย ณ เวลาใดๆ

W = ความชื้นในดิน

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ ค่าความชื้นในดิน ค่าการคายระเหยจากเครื่องมือวัดสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152 ในการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ได้ค่า API ที่มีความแม่นยำและสอดคล้องกับพื้นที่ต้นน้ำ ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2.2 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลอง จะเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API บ่งชี้การเกิดอุทกภัย โดยใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า เป็นแบบจำลองที่นำไปใช้ได้ง่ายและเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นจุดรวมน้ำจากหลายๆแม่น้ำสาขา ในอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช คือแบบจำลองของ (Linsely et.al, 1949.) ดังสมการ

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ

API_{t-1} = ค่าAPI ของเวลาก่อนหน้า

P_t = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (มม.)

K_t = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากการนำข้อมูลความสูงของระดับน้ำท่าในแต่ละช่วงเวลามาแปลงเป็นอัตราการไหลของน้ำท่าด้วย Rating Curve หาค่า Recession Constant (K) ของน้ำท่าในแต่ละช่วงเวลาของอัตราการไหลของน้ำท่า ดังสมการ

$$K_t = Q_t / Q_{t-1}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล ณ เวลาใดๆ (ลบ.ม./วินาที)

Q_{t-1} = อัตราการไหลของเวลาก่อนหน้า (ลบ.ม./วินาที)

ผู้วิจัยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ให้เหมาะสมกับพื้นที่บ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราชเนื่องจากสามารถรวบรวมข้อมูล ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำท่า และอัตราการไหลของน้ำท่า โดยใช้ข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำบ้านเปียน

ลักษณะและข้อมูลเชิงพื้นที่ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำจังหวัดนครศรีธรรมราช

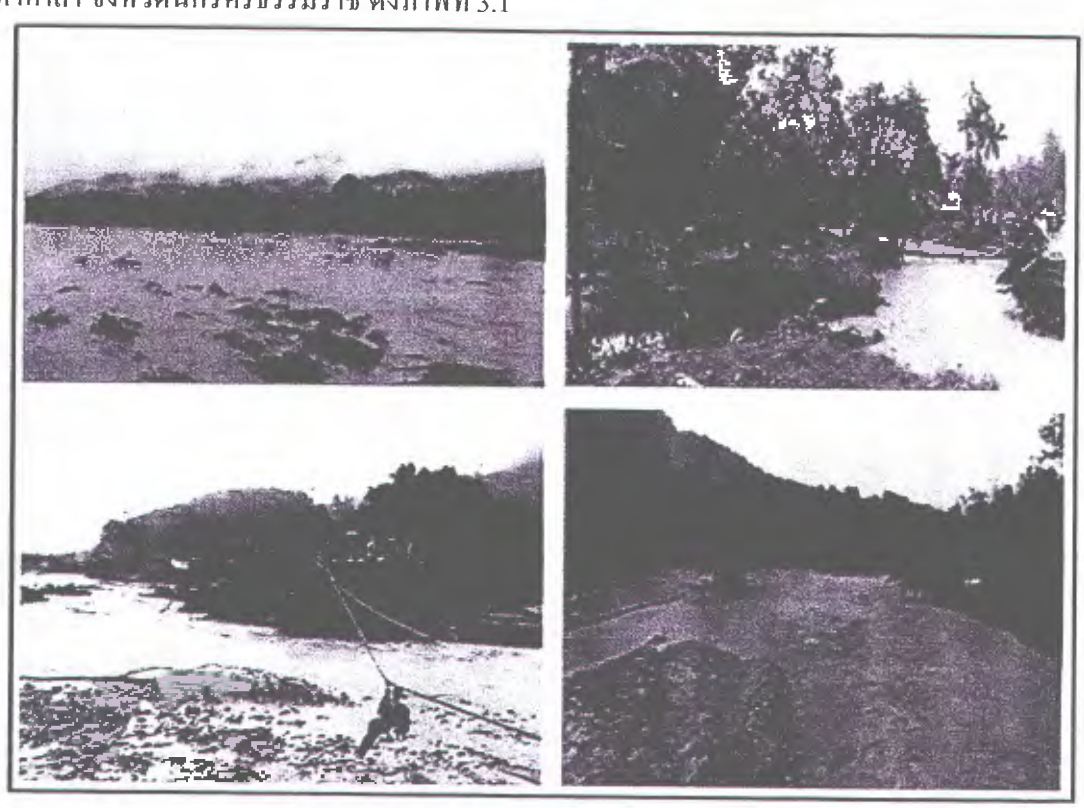
ตำบลกรุงชิง อยู่ในอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยแบ่งท้องที่แยกจากตำบลนบพิตำ ตามประกาศจังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อปี พ.ศ. 2538 มีรูปแบบการบริหารเป็นสภาตำบลและยกฐานะเป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (องค์การบริหารส่วนตำบลกรุงชิง) ตามพระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537 ตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับทั่วไป เล่มที่ 113 ตอนที่ 9ง ลงวันที่ 30 มกราคม 2539 โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 30 มีนาคม 2539

ตำบลกรุงชิงเป็นที่ราบในหุบเขา เรียกกันว่า “อ่าวกรุงชิง” ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบสลับกับภูเขาสูงในเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง และอุทยานแห่งชาติเขานัน มีป่าไม้อุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารหลายสาย ทำให้ตำบลกรุงชิงเป็นที่รู้จักของผู้คนโดยทั่วไป เนื่องจากสภาพพื้นที่ที่ยังคงอุดมสมบูรณ์ เอื้อประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพของประชาชนในพื้นที่ บุคคลภายนอกต่างยกย่องว่า ตำบลกรุงชิง “มีทรัพย์ในดิน มีสินในน้ำ” และท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ การเมืองและสิ่งแวดล้อม แต่ในส่วนของตำบลกรุงชิงยังคงความหลากหลายของธรรมชาติไว้ได้ จึงปรากฏเห็นวิถีชีวิตของผู้คนที่อาศัยอยู่ท่ามกลางความหลากหลายแห่งธรรมชาติ และภูมิปัญญาท้องถิ่น

ที่ตั้ง ตำบลกรุงชิง ตั้งอยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอนบพิตำไปทางทิศตะวันตก ระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร ตามทางหลวงหมายเลข 4186 มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 227,805ไร่ คิดเป็น 364 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยหมู่บ้าน 11หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 1 บ้านนบ หมู่ 2 บ้านห้วยพาน หมู่ 3 บ้านพิตำ หมู่ 4 บ้านเปียน หมู่ 5 บ้านสวนปราง หมู่ 6 บ้านปากลง หมู่ 7 บ้านห้วยตง หมู่ 8 บ้านทับน้ำเต้า หมู่ 9 บ้านห้วยแห้ง หมู่ 10 บ้านสองแพรก และหมู่ 11 บ้านหวายช่อ

อาณาเขต ตำบลกรุงชิงติดต่อกับพื้นที่ต่าง ๆ ดังนี้ ทิศเหนือติดกับตำบลคลองสระ อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และตำบลเขาน้อย อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช ทิศตะวันออกติดกับตำบลนบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ทิศใต้ติดกับอำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช ทิศตะวันตกติดกับ อำเภอนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ตำบลกรุงชิงเคยเป็นพื้นที่ประสบอุทกภัยครั้งใหญ่ เมื่อวันที่ 19 -24 พฤศจิกายน 2531 และช่วงต้นเดือนเมษายน 2554 ล่าสุดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ซึ่งภัยพิบัติทางธรรมชาติเหล่านี้ได้สร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณที่ลาดเชิงเขา ในตำบลกรุงชิง ตำบลนบพิตำ และพื้นที่ใกล้เคียงบริเวณที่ลุ่มใกล้คลองกลายซึ่งไหลผ่าน อำเภอนบพิตำ และอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ความเสียหายจากภัยธรรมชาติ อำเภอนบพิตำ

(ที่มา. ที่ว่าการอำเภอนบพิตำ และรายการครอบครัวข่าว 3)

ศึกษาเครื่องมือ

เนื่องจากแบบจำลองแบ่งเป็น 2 โมเดล จำแนกตามข้อมูลที่ใช้ เครื่องมือจึงแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 สำหรับแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน เครื่องมือที่ใช้ประกอบการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน การคายระเหย จะมีการติดตั้งรวมอยู่ในชุดเดียวกันและแบ่งเป็น 2 ชุด (2 พื้นที่) ดังนี้

ชุดที่ 1 ติดตั้งบริเวณบ้านปากลง หมู่ที่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช พิกัดทางภูมิศาสตร์ *N*8°47.8644 *E*99°34.7832 ด้วยเครื่องวัดสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152 (ดังภาพที่ 3.2) ซึ่งจะมีคุณสมบัติและส่วนประกอบดังนี้

ภาพที่ 3.2 เครื่องวัดสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152

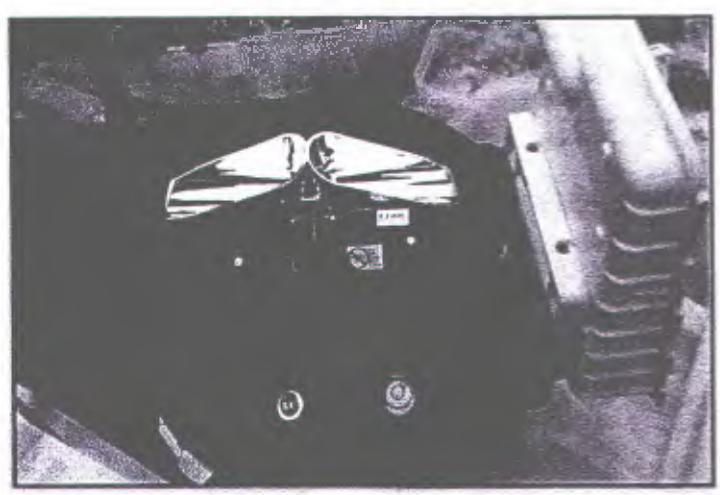
คุณสมบัติของเครื่องวัดสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152

เครื่องมือชุดนี้จะมีหน้าจอแสดงผลแบบแอลซีดีขนาด 6 นิ้วพร้อมแบ็คไลท์ ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุดเซ็นเซอร์พร้อมแบตเตอรี่แบ็คอัพอายุการใช้งาน 1ถึง 2 ปี สามารถส่งข้อมูลด้วยระบบไร้สายผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือและส่งสัญญาณผ่านสัญญาณ Wireless ได้ไกลสูงสุด 300 เมตร ความถี่ที่ใช้รับส่งข้อมูล 902 ถึง 928 MHz มีช่วงในการวัดความเร็วลมสูงสุด 170 mph ชุดคอนโซล แบตเตอรี่แบบ C จำนวน 3 ก้อน เป็นแหล่งพลังงานอายุการใช้งาน 1 ปี และมีซอฟแวร์สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูล

ส่วนประกอบของเครื่องวัดสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2

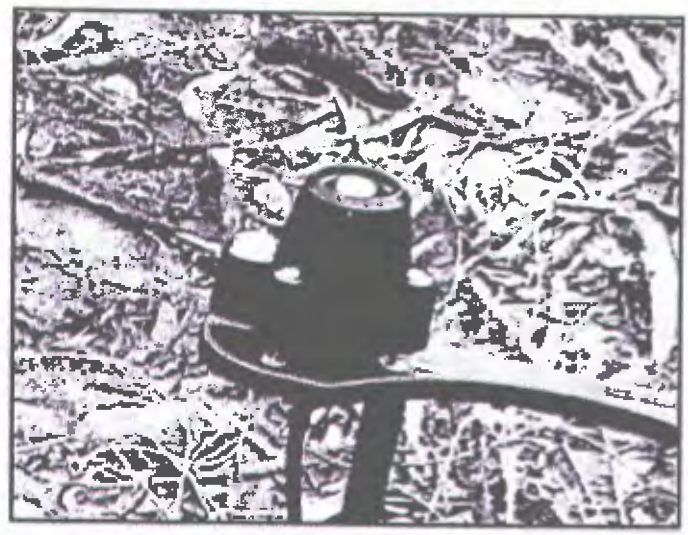
เครื่องวัดสภาพอากาศชุดนี้จะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนี้

1.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบเทน้ำอัตโนมัติ เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนมีความละเอียด 0.01 นิ้ว (0.2 มิลลิเมตร) วัดได้ สูงสุด 99.99 นิ้ว (999.9 มิลลิเมตร) ต่อวัน และอ่านค่าทุกๆ 15 นาที ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบเทน้ำอัตโนมัติ

1.2 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในอากาศ ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด ในแต่ละช่วงเวลาจะมีช่วงการวัดตั้งแต่ -40 ถึง 65 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในอากาศ

1.3 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ ทำหน้าที่วัดความเข้มแสงอาทิตย์มีช่วงการวัดตั้งแต่ 0 – 1800 W/m^2 และวัดค่ารังสี UV ซึ่งมีช่วงการวัดตั้งแต่ 0 – 199 MEDs ดังภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์

1.4 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินซึ่งจะฝังลงไปในดินที่ความลึกต่างกันเป็นระดับ คือ ระดับที่ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และ ระดับ 4 มีความลึก 30 ซม. 50 ซม. 70 ซม. และ 100 ซม. ตามลำดับ ดังภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินทั้ง 4 ชั้น

ความหมายของค่าที่วัดได้ (คู่มือ Watermark Soil Moisture Sensor รุ่น 6450WD)

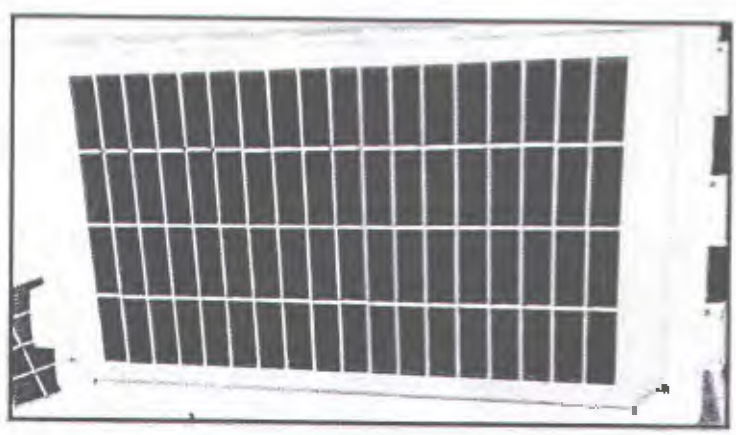
0-10 cb	หมายถึง ดินอิ่มตัว
10-30 cb	หมายถึง ดินชื้นปกติ
30-60 cb	หมายถึง ดินชื้น ดินทรายเริ่มแห้ง (ปลูกพืชเริ่มให้น้ำ)
60-100 cb	หมายถึง ดินแห้ง (ปลูกพืชต้องให้น้ำอย่างต่อเนื่อง)
100-200 cb	หมายถึง ดินแห้งสุด (อันตรายต่อพืช)

เซนติบาร์ c.bar (cb) เป็นหน่วยวัดค่าแรงดึงน้ำของพืชซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินคือเมื่อพืชใช้แรงดึงน้ำน้อยนั้นก็คือดินจะมีความชื้นสูงและเมื่อพืชใช้แรงดึงน้ำมากขึ้นนั้นก็คือดินจะมีความชื้นน้อยลง

1.5 เครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม ทำหน้าที่วัดความเร็วและทิศทางของลม มีช่วงการวัดตั้งแต่ 1 – 80 เมตร/วินาที หรือ 1 – 320 กิโลเมตร/ชั่วโมง ดังภาพที่ 3.7

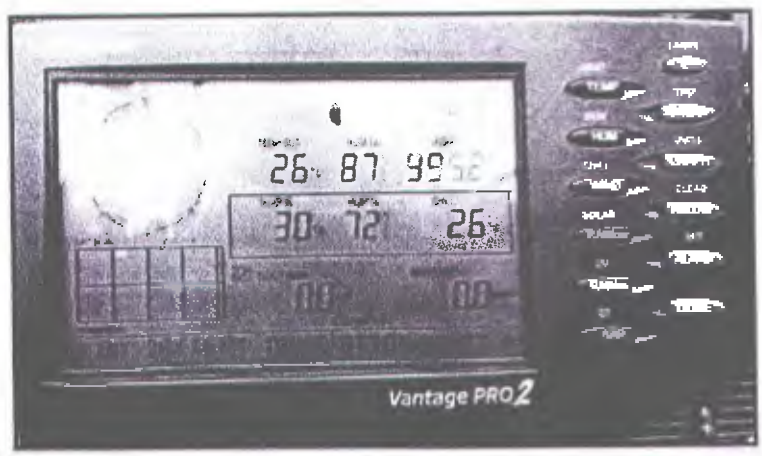
ภาพที่ 3.7 เครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม

1.6 แผงโซล่าร์เซลล์ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าส่งไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อจ่ายให้กับชุดส่งสัญญาณ ดังภาพที่ 3.8



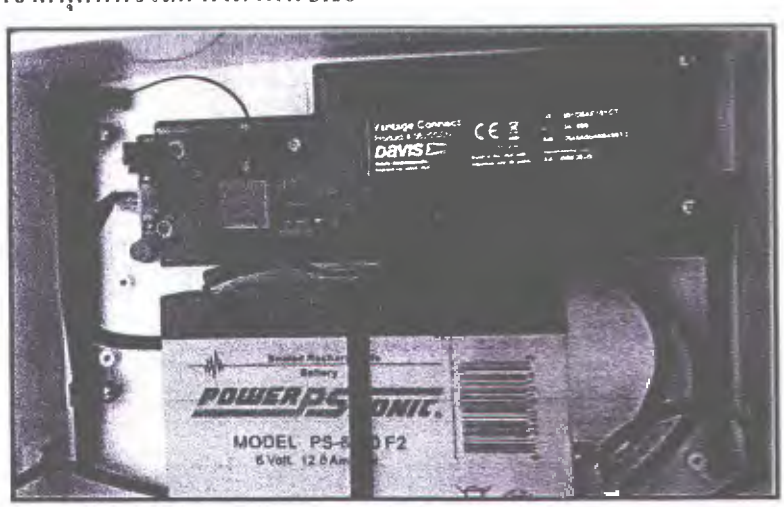
ภาพที่ 3.8 แผงโซล่าร์เซลล์

1.7 ชุดแสดงผล ทำหน้าที่แสดงผลค่าต่างๆในระยะใกล้ซึ่งจะรับสัญญาณโดยตรงมาจากชุดส่งสัญญาณผ่าน Wirelessได้ไกลสูงสุด 300 เมตร ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 ชุดแสดงผล

1.8 ชุดส่งสัญญาณ ชุดส่งสัญญาณจะทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลทั้งหมดแล้วส่งไปยังชุดแสดงผล ผ่าน Wireless และส่งข้อมูลระยะไกลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ไปยัง Sever เพื่อให้สามารถดูสภาพอากาศได้จากทุกที่ทั่วโลก ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 แสดงชุดส่งสัญญาณ

2. ชุดที่ 2 ติดตั้งบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ ขน.1 (คลองกลาย) หมู่ที่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยเครื่องมือวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณี (ดังภาพที่ 3.11) ประกอบด้วยส่วนประกอบและความสามารถดังนี้

ภาพที่ 3.11 เครื่องมือวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณี

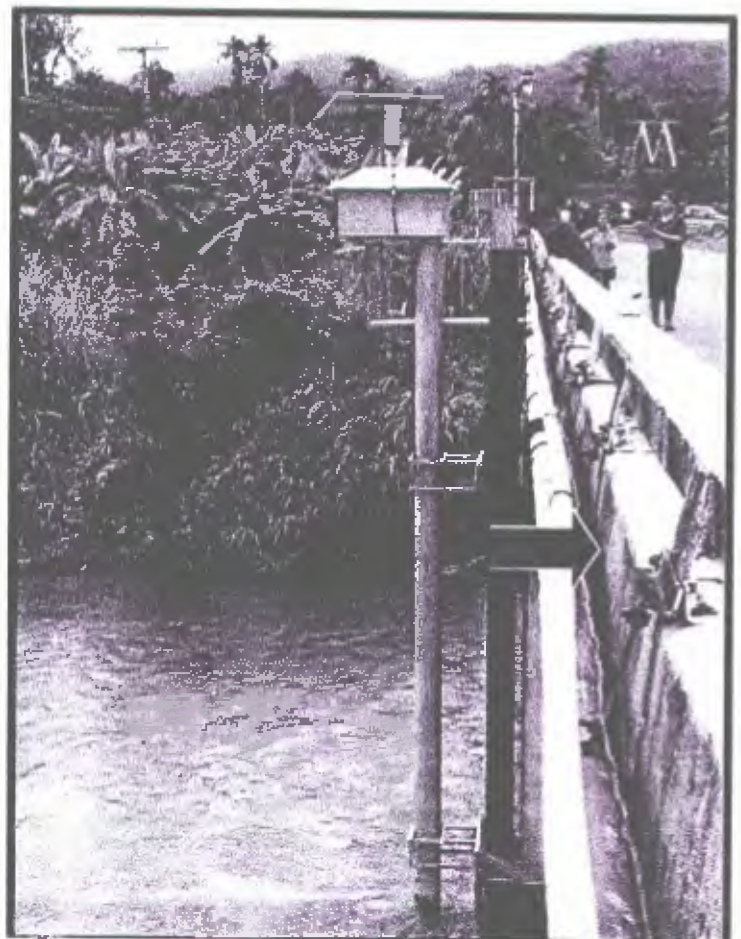
เครื่องมือวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณีสามารถวัดปริมาณน้ำฝนโดยจะวัดปริมาณน้ำฝนรายวันและแสดงผลเป็นค่าน้ำฝนสะสมได้ในช่วง 0.0 มิลลิเมตร ถึง 999.8 มิลลิเมตร อ่านค่าทุกๆ 5 นาที มีแผงโซล่าร์เซลล์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าส่งไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อจ่ายให้กับชุดประมวลผลและส่งสัญญาณระยะไกล การวัดความชื้นในดินจะใช้ความต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าในการวัดความชื้นในดินมีหน่วยเป็นโวลท์ (V) โดยที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากแสดงว่าดินมีความชื้นมากและถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อยแสดงว่าดินมีความชื้นน้อยจะอยู่ในช่วง 0.5 – 2.5 V. และชุดส่งสัญญาณมีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลแล้วส่งข้อมูลระยะไกลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ไปยัง Sever เพื่อให้สามารถดูสภาพอากาศได้จากทุกที่ทั่วโลก

ลักษณะที่ 2 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลอง เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้เลือกใช้สถานีวัดระดับน้ำบ้านเปียนด้วยความร่วมมือของ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กับกรมทรัพยากรน้ำ และบริษัทเอ็กซ์ทรีมมาสเตอร์จำกัด เป็นสถานีตรวจวัดระดับน้ำตั้งอยู่ ณ สะพานบ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช (UTM 0570966E 0971696N) รหัสสถานี 210603 ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำ 222.9 ตารางกิโลเมตรของลุ่มน้ำคลองกลายตอนบนมีศูนย์เสาระดับที่ 82.0

เมตร(ระดับน้ำทะเลปานกลาง) มีอัตราการไหลสูงสุด 6.75 ลบ.ม./วินาที และระดับน้ำสูงสุด 6.75 เมตร (ระดับสมมุติ) หรือ 88.75 เมตร (ระดับน้ำทะเลปานกลาง) มีคุณสมบัติและส่วนประกอบ ดังนี้

เครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติ แบบลูกลอย (Float Type) เป็นเครื่องมือที่รองรับการใช้งานกับระบบตรวจวัดข้อมูลทางไกลอัตโนมัติแบบลูกลอย(Float Type)อาศัยหลักการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำด้วยแกนหมุน (Shaft Encoder) ที่ติดตั้งเชื่อมโยงกับลูกลอยสามารถวัดระดับน้ำในช่วงพิสัย 0-15 เมตรมีสัญญาณออก (Output Signal) เป็นสัญญาณมาตรฐาน 4 - 20 มิลลิแอมป์ หรือ0-10 โวลท์ Resolutions 0-1500 Cm. Interface RTU ดังภาพที่ 3.12 - 3.13

ภาพที่ 3.12 สถานีวัดระดับน้ำบ้านเปียน1

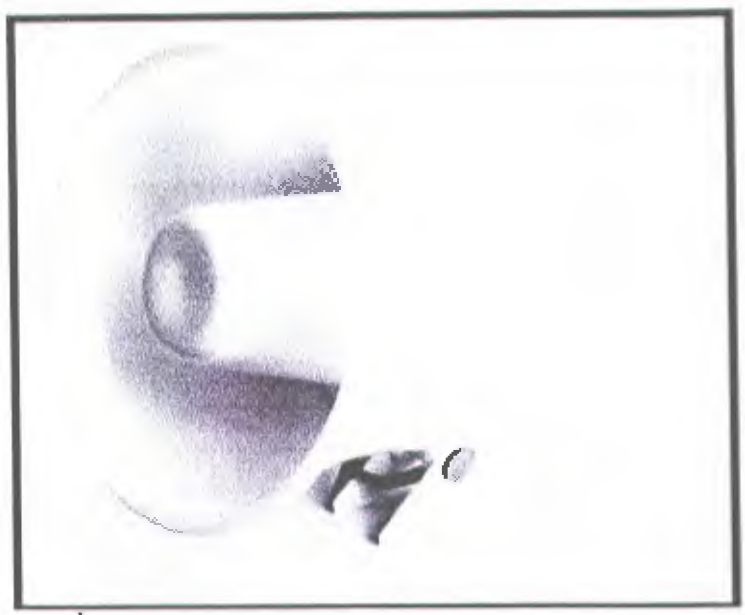


ภาพที่ 3.13 เครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติ สถานีวัดระดับน้ำบ้านเปียน2

ไฟหมุนฉุกเฉิน ยี่ห้อ BAIMER รุ่น CG-1 แบตเตอรี่: DC24V หลอดไฟ : 20W

ภาพที่ 3.14 ไฟหมุนฉุกเฉิน3

ไซเรนไฟฟ้า มีเสียงเตือนหนึ่งเสียง กำลังขับ 15 W / 20 W แรงดันไฟฟ้า DC 12 V / 24 V กระแสไฟฟ้า 600 mA / 1200 mA ความดังของเสียง dB / m: 106 ± 3 เดซิเบล / ตารางเมตร



ภาพที่ 3.15 ไซเรนไฟฟ้า4

เครื่องส่งสัญญาณ (Maestro) สามารถส่งสัญญาณ เสียง ข้อมูล โทรสาร และSMS เชื่อมต่อด้วยระบบ GPRS สัญญาณเข้าแบบดิจิตอล 1 ช่องสัญญาณ และสัญญาณเข้าแบบอนาล็อก 1 ช่องสัญญาณ

ภาพที่ 3.16 เครื่องส่งสัญญาณ5

เสาอากาศฐานแม่เหล็ก GSM :850/900/1800/1900 Mhz, 3G : 900/2100 Mhz ส่งสัญญาณได้รอบทิศทางเหมาะสำหรับติดตั้งกลางแจ้ง

ภาพที่ 3.17 เสาอากาศฐานแม่เหล็ก6

ชุด **PROTEC CM** อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากรองรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 320V/420V สามารถป้องกันระบบไฟฟ้าลัดวงจรกระชากไฟที่เกิดจาก ฟ้าผ่า และแผ่นดินไหว

ภาพที่ 3.18 ชุด PROTEC CM 7

ข้อมูลที่ใช้

ปริมาณน้ำฝนใน 24 ชั่วโมง (มม.) Rainfall 12 Hours มีเกณฑ์ปริมาณฝน 24 ชั่วโมงดังนี้

1. ฝนเล็กน้อย (Light Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตร ถึง 10.0 มิลลิเมตร
2. ฝนปานกลาง (Moderate Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 10.1 มิลลิเมตร ถึง 35.0 มิลลิเมตร
3. ฝนหนัก (Heavy Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 35.1 มิลลิเมตร ถึง 90.0 มิลลิเมตร
4. ฝนหนักมาก (Very Heavy Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป

อุณหภูมิ (เซลเซียส) Temperature Celcius แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. เกณฑ์อากาศร้อน ใช้อุณหภูมิสูงสุดประจำวันและใช้เฉพาะในฤดูร้อน มีเกณฑ์ดังนี้
   1. อากาศร้อน (Hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 35.0 – 39.9 องศาเซลเซียส
   2. อากาศร้อนจัด (Very Hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 40.0 องศาเซลเซียสขึ้นไป
2. เกณฑ์อากาศหนาว ใช้อุณหภูมิต่ำสุดประจำวันและใช้เฉพาะในฤดูหนาว
   1. อากาศเย็น (Cool) อุณหภูมิตั้งแต่ 18.0 – 22.9 องศาเซลเซียส
   2. อากาศค่อนข้างหนาว (Moderately Cold) อุณหภูมิตั้งแต่ 16.0 – 17.9 องศาเซลเซียส
   3. อากาศหนาว (Cold) อุณหภูมิตั้งแต่ 8.0 – 15.9 องศาเซลเซียส
   4. อากาศหนาวจัด (Very Cold) อุณหภูมิต่ำกว่า 7.9 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557)

อัตราการไหลของน้ำท่า คือปริมาณน้ำที่ไหลในลำน้ำโดยคิดเป็นปริมาตรต่อหน่วยเวลา (ลบ.ม./วินาที) อัตราการไหลของน้ำในลำน้ำอาจหาได้โดยวิธีใช้ฝายวัดน้ำซึ่งเป็นวิธีวัดการไหลของน้ำโดยตรง การวัดปริมาณการไหลของน้ำโดยฝายวัดน้ำ ใช้กับลำน้ำขนาดเล็กที่มีอัตราการไหลประมาณไม่เกิน 500 ลิตรต่อวินาที (กีรติ ลีวัจกุล, 2539.)

การรวบรวมข้อมูล

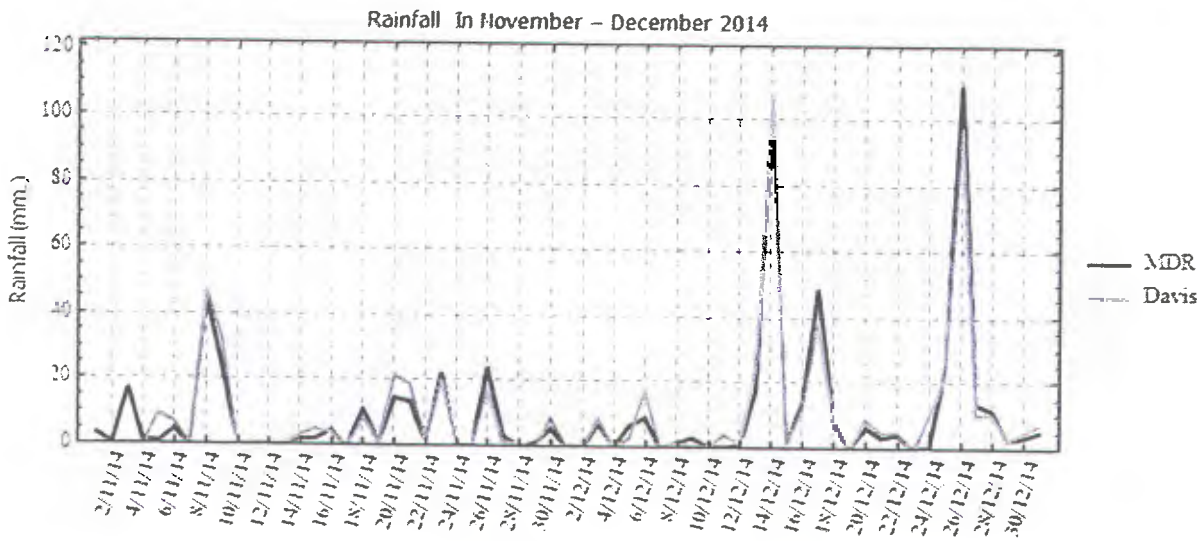
การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มที่เหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน การคายระเหยของดินและ อัตราการไหลของน้ำท่า และระดับน้ำ ดังนี้

1. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ที่วัดได้จากเครื่องวัดสภาพอากาศชุดที่ 1 ยี่ห้อ DAVIS Weather Station Model : WS-6152 Vantage Pro2 พิกัด $N8^{\circ}47.864^{'}\ E99^{\circ}34.783^{'}$ และ

ชุดที่ 2 จากเครื่องมือวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณี (Department of Mineral Resources ; MDR) ติดตั้งบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ ขน.1 (คลองกลาย) ซึ่งห่างกันประมาณ 700 เมตร ในพื้นที่หมู่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งเดือน พฤศจิกายน 2557 ถึงเดือน ธันวาคม 2557

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่วัดได้จากเครื่องวัดสภาพอากาศทั้ง 2 ชุด มีค่าใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 ค่าปริมาณน้ำฝนรายวันจากเครื่องวัดสภาพอากาศทั้ง 2 ชุด

2. ข้อมูลความชื้นในดิน

รวบรวมข้อมูลค่าความชื้นในดินที่วัดได้ด้วยเครื่องมือชุดที่ 1 เครื่องวัดสภาพอากาศ ยี่ห้อ DAVIS Weather Station ที่ระดับความลึกต่างกัน 4 ระดับ จะอยู่ในช่วง 0 – 20 cb. โดยค่าเป็น 0 cb. หมายถึง ดินอิ่มตัว และค่า 20 cb. หมายถึงดินแห้ง และเครื่องมือ ชุดที่ 2 เครื่องวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณีจะอาศัยหลักการน้ำเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีและอ่านค่าความนำไฟฟ้า ถ้านำไฟฟ้าได้มากแสดงว่าดินชื้นมาก และถ้านำไฟฟ้าได้น้อยแสดงว่าดินชื้นน้อยข้อมูลค่าความชื้นในดินที่วัดได้

เครื่องวัดสภาพอากาศทั้ง 2 ชุด ใช้เซ็นเซอร์ในการวัดความชื้นในดินคนละแบบกันทำให้ได้ค่าความชื้นในดินที่มีค่าและหน่วยต่างกันจึงทำให้ไม่สามารถนำค่าที่วัดได้มาใช้ร่วมกันได้

3. ข้อมูลการคายระเหย

รวบรวมข้อมูลการคายระเหยรวมรายวันที่วัดได้ด้วยเครื่องมือชุดที่ 1 เครื่องวัดสภาพอากาศยี่ห้อ DAVIS Weather Station ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร และเครื่องมือ ชุดที่ 2 เครื่องวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณี ไม่สามารถวัดค่าอัตราการคายระเหยได้เนื่องจากไม่มีเซ็นเซอร์

4. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อัตราการไหลของน้ำท่า และระดับน้ำ

รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน อัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่า และระดับน้ำท่าสูงสุดจากสถานีวัดระดับน้ำ บ้านเปียน ของกรมทรัพยากรน้ำ ที่วัดได้ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557

การสร้างแบบจำลอง

เนื่องจากแบบจำลองจำแนกตามข้อมูลที่ใช้แบ่งเป็น 2 โมเดล เครื่องมือจึงแบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้

ลักษณะที่ 1 สำหรับแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน

การสร้างแบบจำลองโดยนำข้อมูลค่าความชื้นในดิน และการคายระเหยที่วัดได้จากเครื่องมือชุดที่ 1 เครื่องวัดสภาพอากาศ ยี่ห้อ DAVIS Weather Station Model : WS-6152 Vantage Pro2 มาคำนวณหาค่า K โดยที่ค่า K หาได้จากความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983)

$$K_t = \exp(-E_t / W)$$

เมื่อ E_t = การคายระเหย ณ เวลาใดๆ

W = ความชื้นในดิน

หาค่า K รายวันโดยการแทนค่า E และ W จากการวัดได้ของเครื่องวัดสภาพอากาศในเดือนพฤศจิกายน 2557 – ธันวาคม 2557 ซึ่งจะมีค่า W เป็น 4 ค่า แบ่งตามระดับของชั้นดินคือ ชั้นที่1 ชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4 มีความลึก 30 ซม. 50 ซม. 70 ซม. และ 100 ซม. ตามลำดับ จะทำให้ได้ค่าค่า K 4 ค่า ด้วยกัน

ค่าความชื้นในดินซึ่งสภาวะดินอิ่มตัวจะอยู่ในช่วง 0 – 20 cb. โดยในวันเดียวกันค่าความชื้นที่วัดได้ของดินแต่ละชั้นยิ่งน้อย หมายถึงดินชั้นนั้นจะมีสภาวะอิ่มตัวสูง และเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มในขณะเดียวกันค่า K ที่คำนวณได้จากความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard

(1983) จะผกผันกันกับสภาวะความชื้นของดินในแต่ละชั้น คือ เมื่อชั้นดินที่มีความชื้นสูงกว่า ค่า K จะต่ำกว่าและเมื่อค่าความชื้นที่วัดได้เป็นศูนย์ซึ่งหมายถึงดินมีความชื้นสูงสุดแต่ไม่สามารถนำมาคำนวณหาค่า K จากสมการดังกล่าวได้ค่าที่ได้จึงไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983) ที่กล่าวว่าเมื่อความชื้นในดินสูงขึ้นค่า K ก็จะสูงขึ้นด้วย

ฉะนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่าความชื้นของดินขึ้นใหม่และนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อให้สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983)

จากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำค่าที่กำหนดขึ้นมาใช้คำนวณหาค่า K ของดินทั้ง 4 ชั้นในแต่ละวันผลที่ได้ปรากฏว่าชั้นดินที่มีความชื้นมากกว่าจะได้ค่า K มากกว่าชั้นดินที่มีความชื้นน้อยกว่า ทำให้ค่า K ที่ได้มีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983) นั่นคือ ชั้นดินที่มีความชื้นสูง ค่า K ก็จะสูงด้วย

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มให้มีความแม่นยำมากขึ้นผู้วิจัยได้หาค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API: Antecedent Precipitation Index) และกำหนดระดับการเสี่ยงภัย ดังนี้

1. การหาค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API: Antecedent Precipitation Index)

ค่า API เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในชั้นดินที่ดินอุ้มน้ำไว้ ณ เวลาใดๆ ซึ่งสามารถประเมินได้โดยอาศัยปัจจัยความชื้นในดิน (Soil Moisture) กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวันหรือแต่ละช่วงเวลา (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548.) ดังสมการ

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

การหาค่า API ในแบบจำลองจะแทนค่าลงในสมการโดยใช้เวลา 2 เดือน คือ เดือนพฤศจิกายน และ เดือนธันวาคม 2557 โดยการนำเข้าข้อมูลค่า K ที่ได้รวบรวมไว้ ค่า API_{t-1} เป็นค่า API ของวันก่อนหน้า และ P_t เป็นค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน มาแทนในสมการ เพื่อคำนวณหาค่า API ของดินแต่ละชั้นคือ API ชั้นที่1 API ชั้นที่ 2 API ชั้นที่ 3 และ API ชั้นที่ 4 ที่มีความลึก 30 ซม. 50 ซม. 70 ซม. และ 100 ซม. ตามลำดับ

ลักษณะที่ 2 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลอง

ค่า K หาได้จากการนำข้อมูลความสูงของระดับน้ำท่าในแต่ละช่วงเวลามาแปลงเป็นอัตราการไหลของน้ำท่าด้วย Rating Curve หาค่า Recession Constant (K) ของน้ำท่าในแต่ละช่วงเวลาของอัตราการไหลของน้ำท่า ดังสมการ

$$K_t = Q_t / Q_{t-1}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล ณ เวลาใดๆ (ลบ.ม./วินาที)

Q_{t-1} = อัตราการไหลของเวลาก่อนหน้า (ลบ.ม./วินาที)

ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน API เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในชั้นดินที่ดินอุ้มน้ำไว้ ณ เวลาใดๆ ซึ่งสามารถประเมินได้โดยอาศัยอัตราการไหลของน้ำท่า กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวัน หรือแต่ละช่วงเวลา (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548.) ดังสมการ

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ

API_{t-1} = ค่าAPI ของเวลาก่อนหน้า

P_t = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (มม.)

K_t = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

การหาค่า API ในแบบจำลองดังกล่าว ใช้ข้อมูลระยะเวลา 2 เดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม 2557 โดยการนำเข้าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน อัตราการไหลของน้ำท่าสูงสุดรายวัน ที่ได้รวบรวมไว้มาคำนวณหาค่า API รายวันและเขียนกราฟแสดงค่า API รายวัน

2. การกำหนดระดับการเสี่ยงภัย

จากการนำเข้าข้อมูลค่า K จากแบบจำลองลักษณะที่ 2 ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลอง จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่า API รายวัน ผลปรากฏว่าค่า API การเปลี่ยนแปลงตามอัตราการไหลของน้ำที่ไหลในลำคลองที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตกในแต่ละวัน และจากการนำเข้าข้อมูลค่า K จากแบบจำลองลักษณะที่ 1ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนดินจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่า API รายวันของดินแต่ละชั้น ผลปรากฏว่าค่า API ของดินในชั้นที่ 4 สูงกว่าชั้นอื่นๆในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่า API ของดินชั้นที่ 4 ทำการเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของน้ำที่ไหลในลำคลองที่เกิดขึ้น

หลังจากฝนตกในแต่ละวันรวมถึงการดำรงชีวิตของชาวบ้าน ในอำเภอนบพิตำ ที่อาศัยอยู่ในที่ราบลุ่มใกล้ลำคลอง ถ้าการตกของฝนในวันนั้นทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ความขุ่นของน้ำไม่ต่างจากเดิมมากนัก จะกำหนดให้ค่า API อยู่ในระดับที่ "ปลอดภัย" ถ้าการตกของฝนในวันนั้นทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จะกำหนดให้ค่า API อยู่ในระดับที่ "เฝ้าระวัง ระดับ1" และ ถ้าการตกของฝนในวันนั้นทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นและฝนตกอย่างต่อเนื่อง จะกำหนดให้ค่า API อยู่ในระดับที่ "เฝ้าระวัง ระดับ2" ถ้าการตกของฝนในวันนั้นทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีชาวบ้านบางส่วนเตรียมตัวที่จะอพยพไปอยู่ในที่สูง จะกำหนดให้ค่า API อยู่ในระดับที่ "เตรียมพร้อม" และถ้าการตกของฝนในวันนั้นทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีซากต้นไม้ กิ่งไม้ใหญ่สัตว์ป่า ลอยมาด้วย มีเสียงดังโครมครามและมีน้ำเริ่มท่วมที่อยู่อาศัยของชาวบ้านบางส่วน จะกำหนดให้ค่า API อยู่ในระดับที่ "อพยพ"

ดังนั้นการกำหนดระดับการเสี่ยงภัยโดยการเปรียบเทียบค่า API กับลักษณะการไหลและความขุ่นข้นของน้ำที่เกิดขึ้นจากการตกของฝนในแต่ละวันและการดำรงชีวิตของชาวบ้านในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจประกอบการเตือนภัย ด้วยเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นมาตรฐานดังนี้

ค่า API	ระดับการเสี่ยงภัย
$< X_1$	ปลอดภัย
X_2	เฝ้าระวัง ระดับ 1
X_3	เฝ้าระวัง ระดับ 2
X_4	เตรียมพร้อม
$> X_4$	อพยพ

ตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มให้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาเพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นจึงต้องมีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยการนำค่า API ที่ได้ไปเปรียบเทียบและหาร้อยละของจำนวนวันที่สอดคล้องกันกับแบบจำลองอื่นๆ ดังนี้

1. เปรียบเทียบกับแบบจำลอง $API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983) โดยใช้ค่าความชื้นและการคายระเหยของดินในการหาค่าคงตัว K ดังสมการ

$$K_t = \exp(- E_t / W)$$

เมื่อ E_t = การคายระเหย ณ เวลาใดๆ

W = ความชื้นในดิน

โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดสภาพอากาศของกรมทรัพยากรธรณี ซึ่งติดตั้งห่างกันประมาณ 700 เมตร และเนื่องจากเครื่องวัดสภาพอากาศดังกล่าวไม่สามารถวัดค่าอัตราการคายระเหยได้จึงใช้ค่าคงตัวระหว่าง 0.85-0.98 แทน (Linsley et al., 1982) และการวัดค่าความชื้นในดินจะใช้แรงดันไฟฟ้าแทน คือถ้าดินมีความชื้นมากแรงดันไฟฟ้าก็จะมากและถ้าดินมีความชื้นน้อยแรงดันไฟฟ้าก็จะน้อยด้วยซึ่งจะมีหน่วยเป็นโวลท์ (V)

หลังจากนั้นนำค่า API ที่ได้จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาเขียนกราฟเปรียบเทียบกับค่า API ที่ได้จากแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลจากเครื่องมือของกรมทรัพยากรธรณี (Department of Mineral Resources ; MDR) เพื่อดูความสอดคล้องและหาร้อยละของจำนวนวันที่สอดคล้องกัน

2. เปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API โดยใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API (Linsely et.al.,1949) โดยมีลักษณะสมการ ดังนี้

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากการนำข้อมูลความสูงของน้ำท่าในแต่ละช่วงมาแปลงให้เป็นค่าอัตราการไหลของน้ำท่าด้วย rating curve หาค่า recession constant (K) ของน้ำท่าในแต่ละช่วงของอัตราการไหล จากสมการ

$$K = Q_t / Q_{t-1}$$

เมื่อ Q_t = อัตราการไหลของน้ำท่าในวันใดๆ

Q_{t-1} = อัตราการไหลของน้ำท่าของวันก่อนหน้า

นำค่า API ที่ได้พัฒนาขึ้นมาเขียนกราฟเปรียบเทียบกับค่า API ที่ได้จากอัตราการไหลของน้ำท่ารายวัน (stream flow) ที่คำนวณได้จากจุดรวมน้ำบริเวณสะพานบ้านเปียน หมู่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อดูความสอดคล้องและหาร้อยละของจำนวนวันที่สอดคล้องกัน

3. เปรียบเทียบกับสภาพจริงเมื่อปลายเดือนมีนาคม 2554 ซึ่งเป็นช่วงที่ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ประสบอุทกภัยและดินโคลนถล่มอย่างหนัก ทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ได้รับความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินจึงทำให้มีการอพยพไปอยู่ในที่ปลอดภัย

การเปรียบเทียบกับสภาพจริงโดยนำค่าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้บริเวณบ้านหัวโคก อำเภอนบพิตำ ในเดือนมีนาคม 2554 มาคำนวณหาค่า API ด้วยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น เพื่อดูความสอดคล้องของค่า API และ ระดับการเสี่ยงภัยที่กำหนดขึ้น

บทที่ 4

ผลการวิจัย

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอัตราการเสี่ยงการเกิดแผ่นดินถล่ม จากอุทกภัย และน้ำป่าไหลหลากบริเวณลุ่มน้ำต้นกำเนิดจากเทือกเขานครศรีธรรมราชแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน และลักษณะที่ 2 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมในน้ำจากแม่น้ำลำคลอง แสดงผลการวิจัยแต่ละลักษณะดังนี้

ลักษณะที่ 1 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน

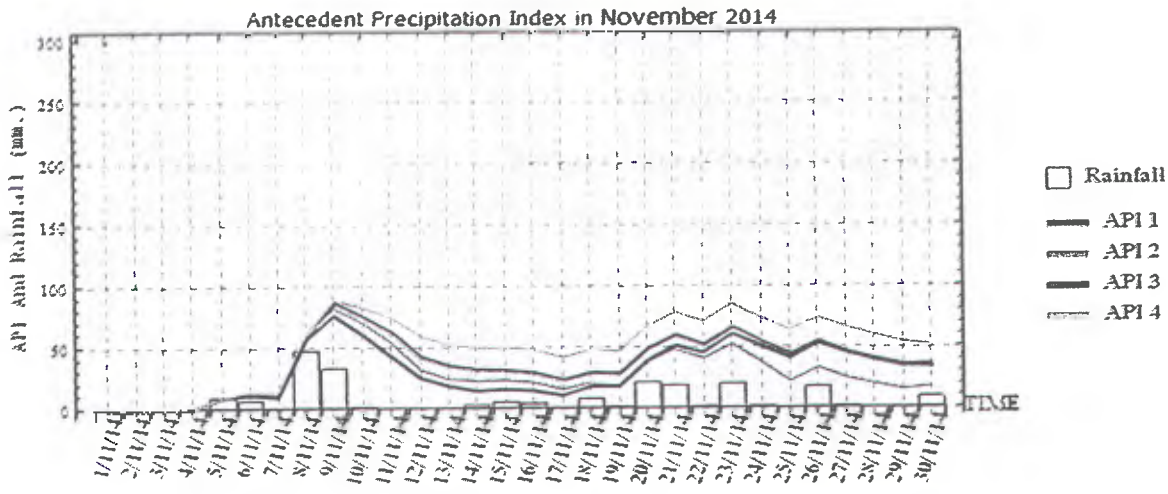
สภาพแวดล้อมบนพื้นดินใช้ข้อมูลความชื้นและการคายระเหยของดินรวมถึงคุณสมบัติและประสิทธิภาพของเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ศึกษาบริเวณต้นน้ำคลองกลาย หมู่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือชุดที่ 1 วัดสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152 และเครื่องมือชุดที่ 2 วัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณี นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองมีการตรวจสอบแบบจำลองโดยการเปรียบกับแบบจำลองอื่นๆและได้ค่ามาตรฐานในการกำหนดการเตือนภัยสอดคล้องกับสภาพจริง ดังนี้

ผลจากแบบจำลอง $API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$ (ดัชนีความชุ่มชื้น)

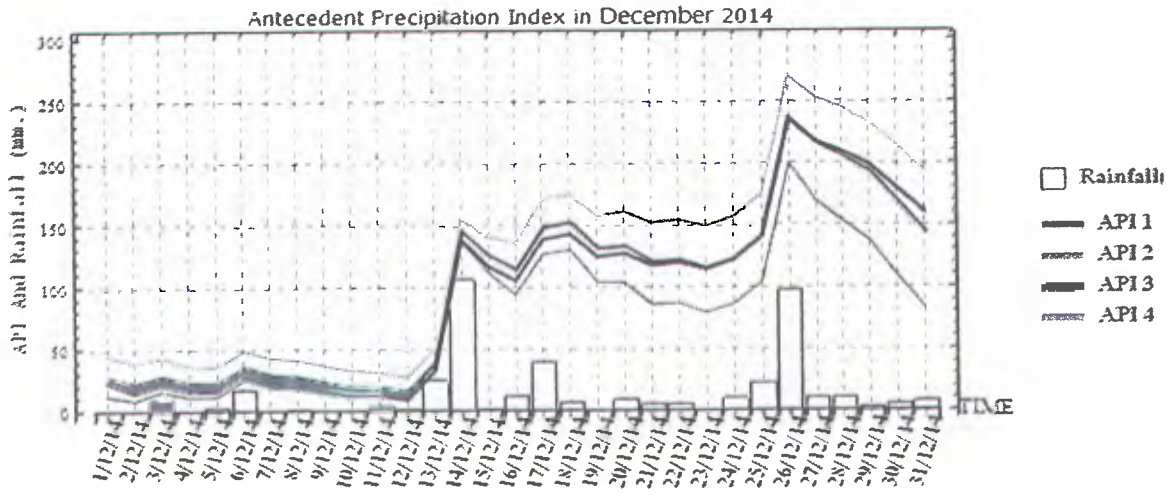
ผลจากแบบจำลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API : Antecedent Precipitation Index) และระดับการเสี่ยงภัย ดังนี้

1. ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API : Antecedent Precipitation Index)

ผลจากแบบจำลอง $API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$ พบว่าค่า API จะเปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศรายวัน คือ เมื่อมีฝนตกก็จะทำให้ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้น ค่าการคายระเหยจะน้อยลง ส่งผลให้ค่า K สูงขึ้น และจะทำให้ได้ค่า API รายวันสูงขึ้นด้วย ในขณะเดียวกันถ้าปริมาณฝนลดลง จะทำให้ดินมีความชื้นลดลงแต่ค่าการคายระเหยก็จะเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า K ต่ำลง และจะทำให้ได้ค่า API รายวันค่อยๆลดลงด้วย ซึ่งจะสอดคล้องกับสภาพอากาศรายวันจริงๆของพื้นที่ดังกล่าว และแสดงความสัมพันธ์ด้วยกราฟจากสมการ ดังภาพที่ 4.1 และ ภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 ค่า API ของแต่ละชั้นดินประจำเดือนพฤศจิกายน 2557



ภาพที่ 4.2 ค่า API ของแต่ละชั้นดินประจำเดือนธันวาคม 2557

จากภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2 แสดงปริมาณน้ำฝนด้วยกราฟแท่ง และผลจากแบบจำลอง $API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$ แสดงดัชนีความชุ่มชื้นในแต่ละชั้นดินจะได้กราฟเส้นมีสีที่แตกต่างกัน ของชั้นดินทั้ง 4 ชั้น จะพบว่าปริมาณน้ำฝน (rainfall) มีอิทธิพลต่อค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน นั่นคือ ช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำฝนขึ้นสูงค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินทั้ง 4 ชั้นก็จะสูงด้วย และช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำฝนลดลงค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินทั้ง 4 ชั้นก็จะลดลงด้วย สังเกตเห็นได้จากวันที่ 8 และวันที่ 9 เดือนพฤศจิกายน 2557 วันที่ 14 วันที่ 17 และวันที่ 26 เดือนธันวาคม 2557 ที่มีปริมาณน้ำฝนสูงและค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินทั้ง 4 ชั้นดิน ก็จะสูงด้วย หลังจากนั้นเมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินก็จะลดลงตามลำดับ

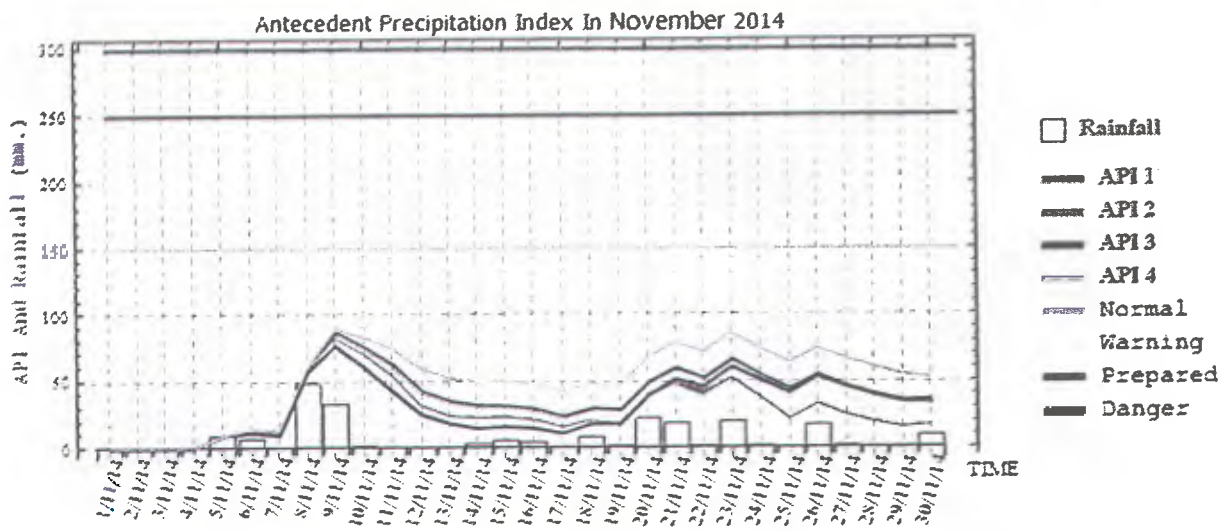
2. ระดับการเสี่ยงภัย

การกำหนดระดับการเสี่ยงภัยโดยการเปรียบเทียบค่า API กับการลักษณะการไหลและความขุ่นข้นของน้ำที่เกิดขึ้นจากการที่ฝนตกและปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน และการตื่นตัวของชุมชนในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อเป็นตัวกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจประกอบการเตือนภัย ผลที่ได้สรุปเป็นตาราง ดังตารางที่ 4.1

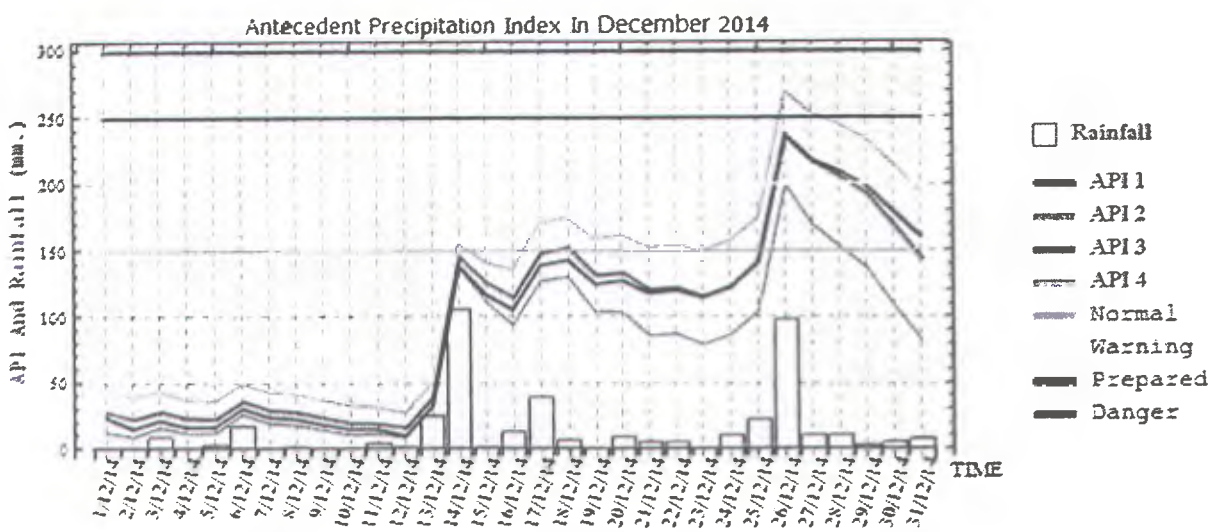
ตารางที่ 4.1 แสดงระดับการเสี่ยงภัย

สถานการณ์แต่ละวัน	ค่า API ที่ได้จากแบบจำลอง	ระดับการเสี่ยงภัย
ฝนตกเล็กน้อยทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และความขุ่นของน้ำไม่ต่างจากเดิมมากนัก	< 150	ปลอดภัย
ฝนตกเล็กน้อยแต่เป็นเวลานานทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น	151 - 200	เฝ้าระวัง ระดับ 1
ฝนตกค่อนข้างหนักและเป็นเวลานานทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง	201 - 250	เฝ้าระวัง ระดับ 2
ฝนตกหนักและเป็นเวลานานทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีชาวบ้านบางส่วนเตรียมตัวที่จะอพยพไปอยู่ในที่สูง	251 - 300	เตรียมพร้อม
ฝนตกหนักและเป็นเวลานานทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีซากต้นไม้ กิ่งไม้ใหญ่ สัตว์ป่า ลอยมาด้วย มีเสียงดังโครมคราม และมีน้ำเริ่มท่วมที่อยู่อาศัยของชาวบ้านบางส่วน	> 300	อพยพ

และเพื่อให้สอดคล้องกันทั้งค่าปริมาณน้ำฝน แบบจำลอง$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$ แสดงดัชนีความชุ่มชื้นในแต่ละชั้นดิน และเกณฑ์การเสี่ยงภัย ผู้วิจัยได้แสดงกราฟให้เห็นความสัมพันธ์รายวัน และระดับการเสี่ยงภัยเพื่อประกอบ การตัดสินใจ ดังภาพที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.3 ค่า API ของแต่ละชั้นดินและระดับการเสี่ยงภัยประจำเดือนพฤศจิกายน 2557



ภาพที่ 4.4 ค่า API ของแต่ละชั้นดินและระดับการเสี่ยงภัยประจำเดือนธันวาคม 2557

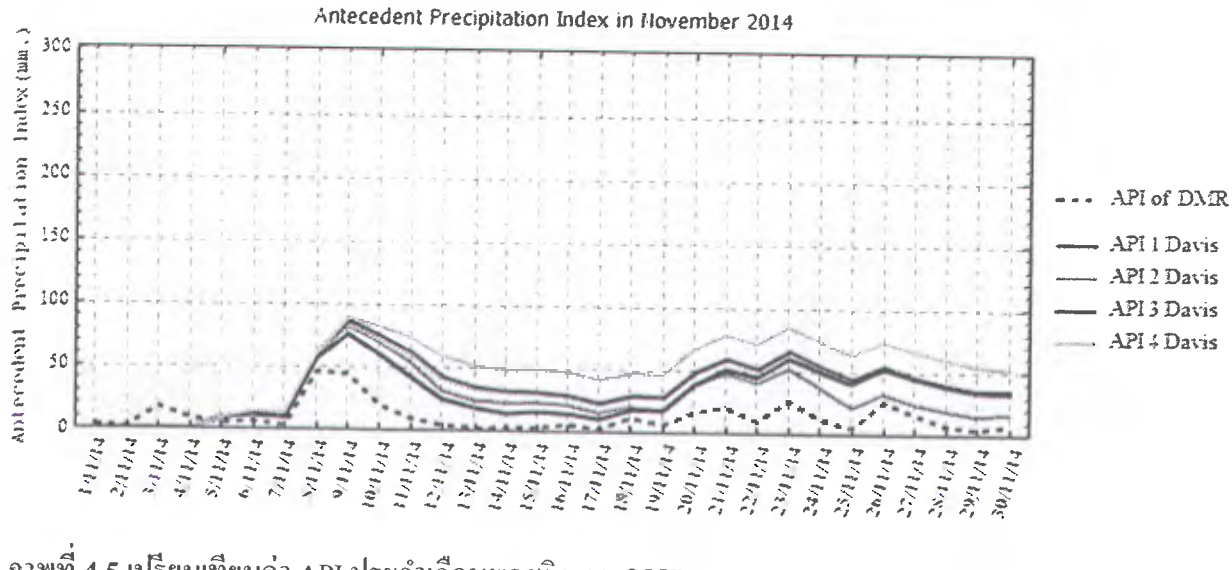
จากภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4 จะพบว่าเดือนพฤศจิกายน 2557 ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินจะอยู่ในระดับปกติ ในวันที่ 14 เดือนธันวาคม 2557 มีปริมาณน้ำฝนสูงทำให้ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินจะอยู่ในระดับ เฝ้าระวัง และมีฝนตกอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 26 เดือนธันวาคม 2557 มีฝนตกหนักปริมาณน้ำฝนสูงจึงทำให้ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินสูงขึ้นอยู่ในระดับ เตรียมพร้อม

การตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API (ดัชนีความชุ่มชื้น)

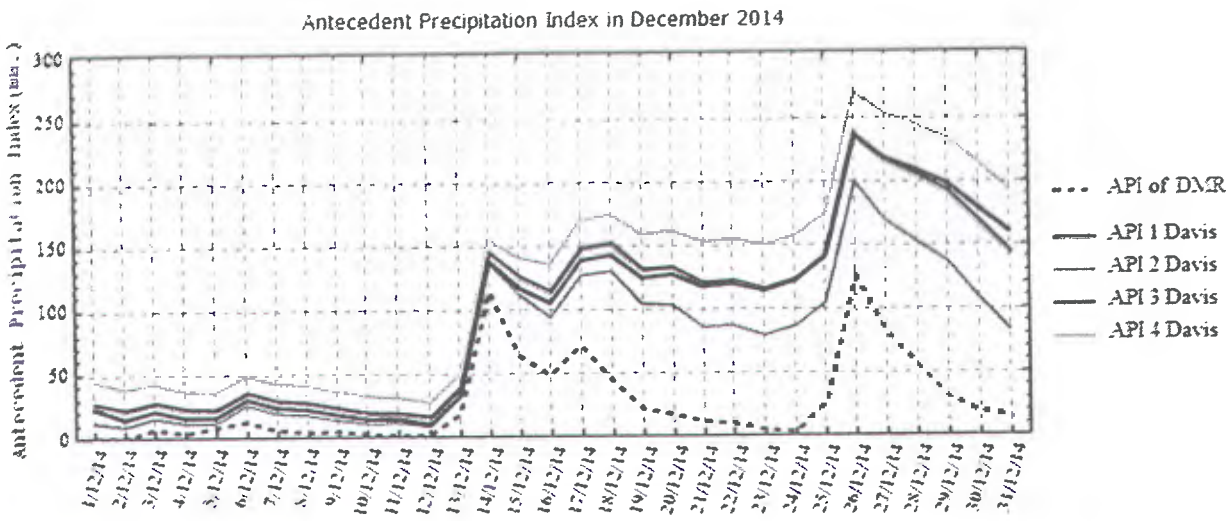
ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มที่เหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำ บริเวณหมู่ 6 ตำบลกรุงชิง

อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราชโดยการนำค่า API ที่ได้ไปเปรียบเทียบและหาร้อยละของจำนวนวันที่สอดคล้องกันกับค่า API ที่ได้จากแบบจำลองอื่นๆ ซึ่งผลที่ได้ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำค่า API ที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นซึ่งใช้ข้อมูลจากเครื่องมือยี่ห้อ DAVIS Weather Station Model โดยหาความชุ่มชื้นของดินทั้ง 4 ชั้น **และแสดงค่าความชุ่มชื้น**ด้วยกราฟเส้น (API Davis) เปรียบเทียบกับค่า API ที่ได้จากแบบจำลองที่ ใช้ข้อมูลจากเครื่องมือของกรมทรัพยากรธรณี **(Department of Mineral Resources; DMR)** เพื่อดูความสอดคล้อง และหาร้อยละของจำนวนวันที่สอดคล้องกัน ดังภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6



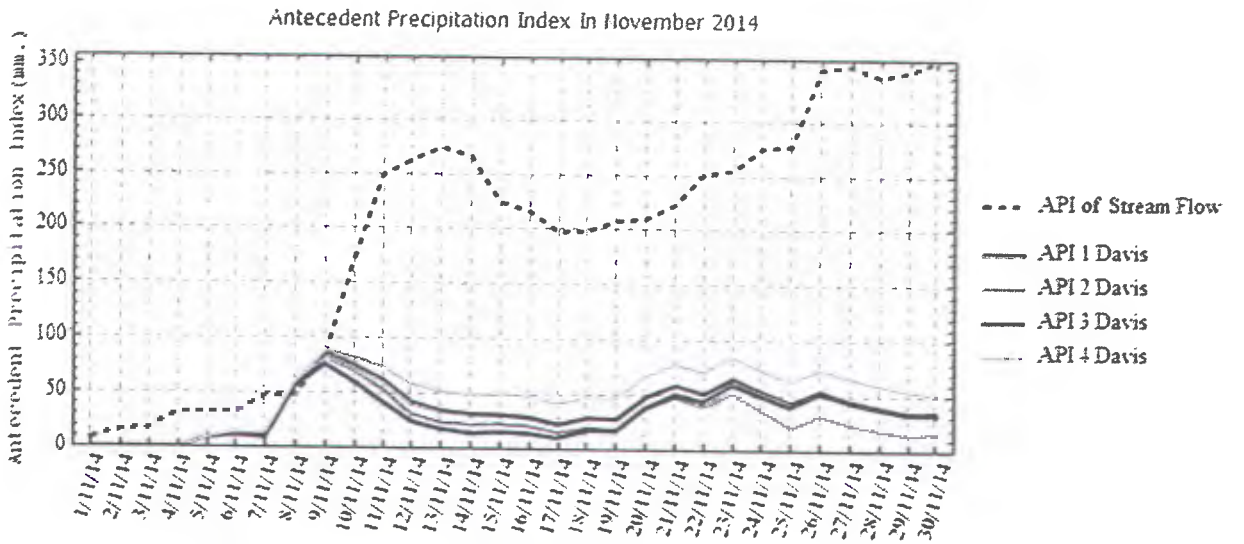
ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบค่า API ประจำเดือนพฤศจิกายน 2557



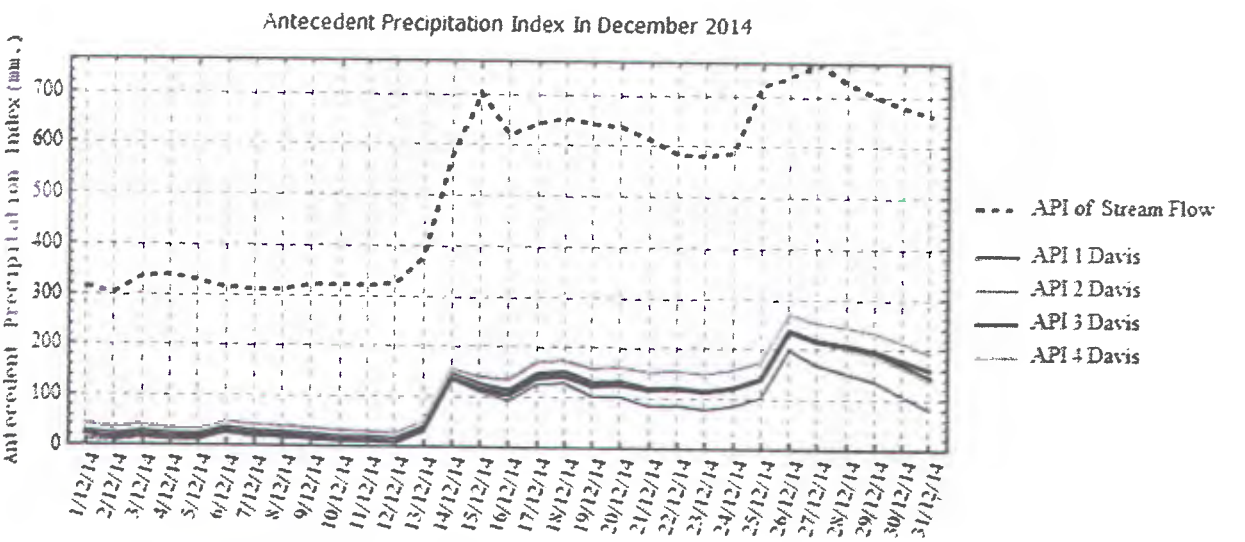
ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบค่า API ประจำเดือนธันวาคม 2557

จากภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6 จะพบว่าลักษณะของกราฟเส้นสีส้ม **(API of DMR)** จะสอดคล้องกับ **API ทั้ง 4 ชั้นดิน (API of Davis)** สอดคล้องกันทุกวันทั้งหมด 61 วัน จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลจากเครื่องมือของกรมทรัพยากรธรณี **(Department of Mineral Resources; MDR)** มีความสอดคล้องกันคิดเป็นร้อยละ 100

2.ผู้วิจัยนำค่า API ที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นซึ่งใช้ข้อมูลจากเครื่องมือยี่ห้อ DAVIS Weather Station Model โดยหาความชุ่มชื้นของดินทั้ง 4 ชั้น และแสดงค่าความชุ่มชื้นด้วยกราฟเส้น (API Davis) เปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API โดยใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า (stream flow) ที่คำนวณได้จากจุดรวมน้ำบริเวณสะพานบ้านเปียน หมู่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นจุดรวมน้ำที่ไหลมาจากลำคลองหลายสาย เพื่อดูความสอดคล้อง และหาร้อยละของจำนวนวันที่สอดคล้องกัน ดังภาพที่ 4.7 และภาพที่ 4.8



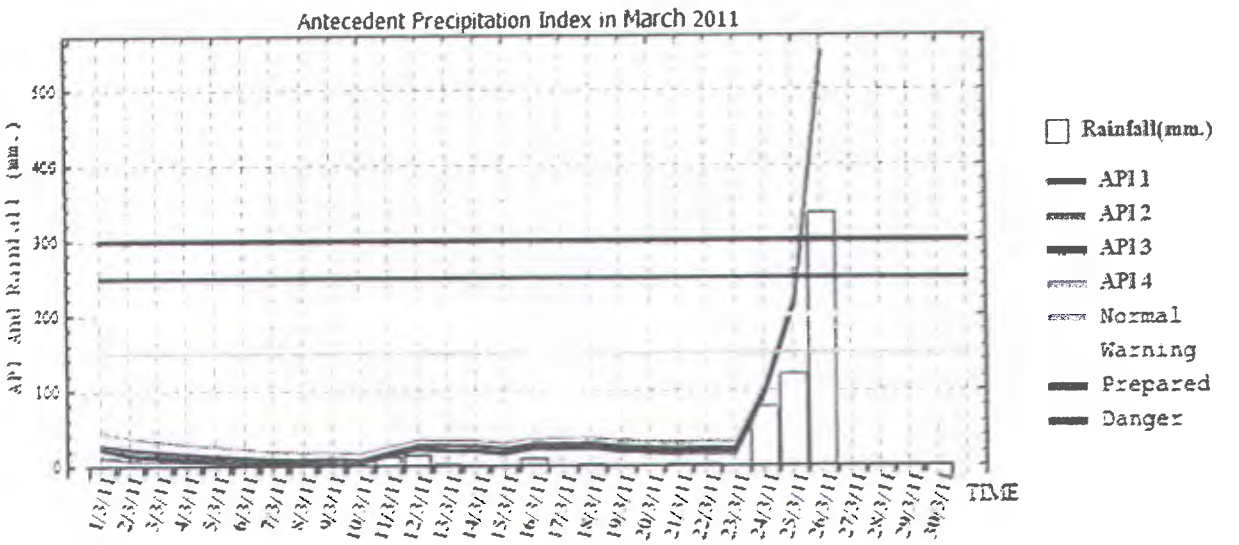
ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบค่า API ประจำเดือนพฤศจิกายน 2557



ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบค่า API ประจำเดือนธันวาคม 2557

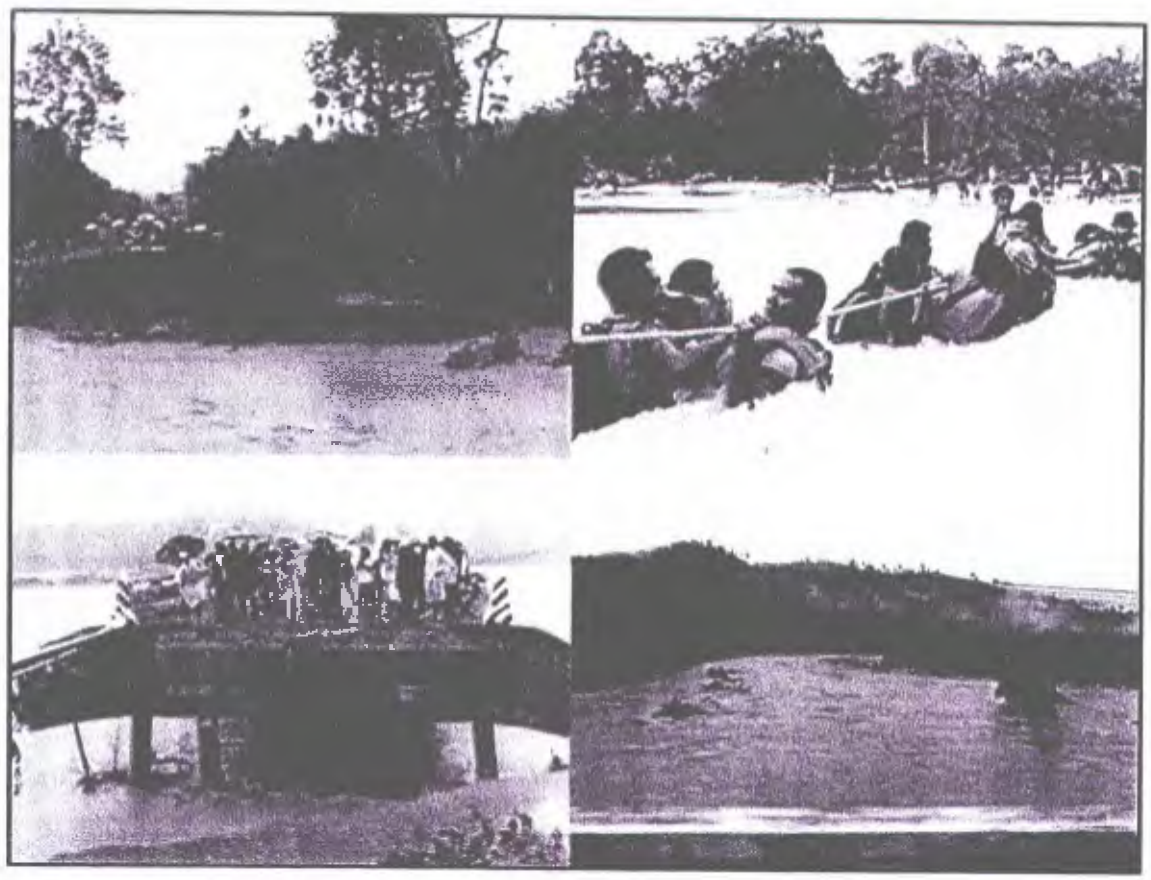
จากภาพที่ 4.7 และภาพที่ 4.8 จะพบว่าลักษณะของกราฟในวันที่ 1 – 9 เดือนพฤศจิกายน 2557 มีลักษณะคล้ายกัน แต่วันที่ 10 – 30 เดือนพฤศจิกายน 2557 มีลักษณะแตกต่างกัน และในเดือนธันวาคม 2557 กราฟจะมีลักษณะสอดคล้องกัน จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อัตราการไหลของน้ำท่า มีความสอดคล้องกันรวม 40 วัน จากทั้งหมด 61 วัน คิดเป็นร้อยละ 65.57

3. ผู้วิจัยนำค่า API ที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นซึ่งใช้ข้อมูลจากเครื่องมือยี่ห้อ DAVIS Weather Station Model โดยหาความชุ่มชื้นของดินทั้ง 4 ชั้น และแสดงค่าความชุ่มชื้นด้วยกราฟเส้น (API Davis) เปรียบเทียบกับสภาพจริงเมื่อปลายเดือนมีนาคม 2554 โดยนำค่าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้บริเวณบ้านหัวโคก อำเภอนบพิตำ ในเดือนมีนาคม 2554 มาคำนวณหาค่า API ด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น และเขียนกราฟเปรียบเทียบเพื่อดูระดับการเสี่ยงภัยที่กำหนดขึ้น ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ค่า API และปริมาณน้ำฝน เดือนมีนาคม 2554

จากภาพที่ 4.9 จะพบว่าฝนเริ่มตกหนักวันที่ 24 -26 มีนาคม 2554 ทำให้ค่า API อยู่ในระดับอพยพ และขณะเดียวกันในวันที่ 26 มีนาคม 2554 เป็นวันที่เกิดน้ำท่วมใหญ่ ฝนตกหนัก เกิดภัยพิบัติสะพานขาด มีการอพยพประชาชนในชุมชนบริเวณพื้นที่ศึกษา (ดังภาพที่ 4.10) และหลังจากนั้นเครื่องมือก็ได้รับความเสียหายจนไม่สามารถใช้งานได้ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับสภาพจริง



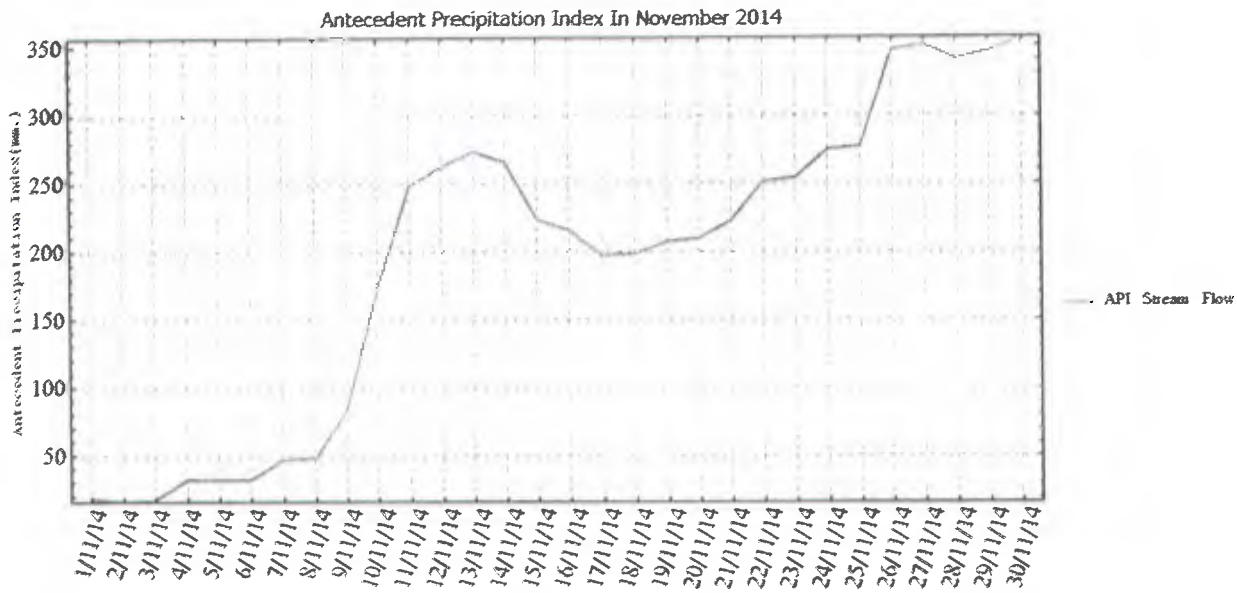
ภาพที่ 4.10 ความเสียหายจากภัยพิบัติ อำเภอนบพิตำ ปี พ.ศ.2554

(ที่มา. ที่ว่าการอำเภอนบพิตำ และรายการครอบครัวข่าว 3)

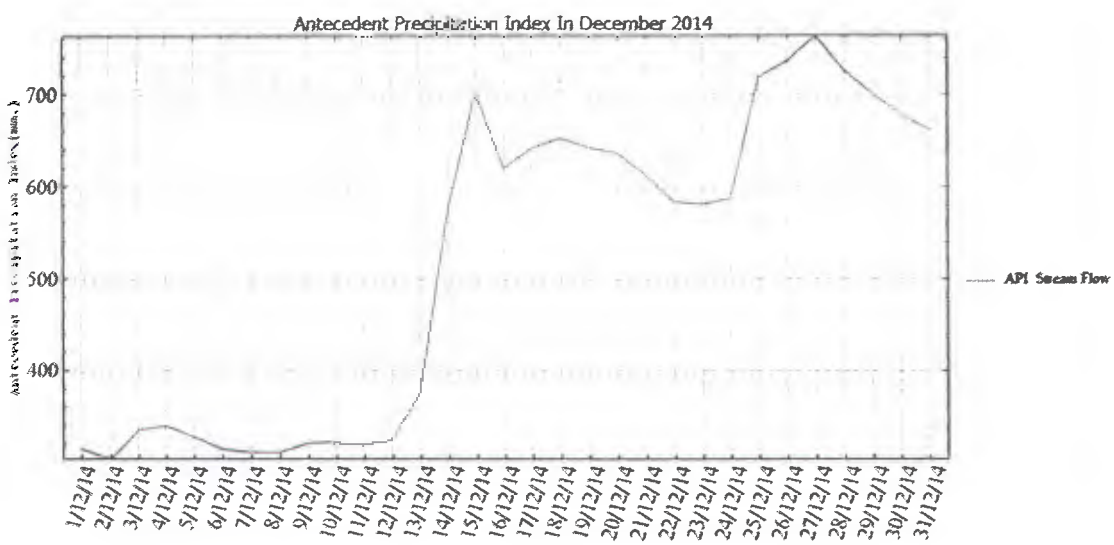
ลักษณะที่ 2 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมของน้ำในแม่น้ำลำคลอง

ผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API หรือ ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน พบว่า ค่า API จะเปลี่ยนตามสภาพอากาศรายวัน คือ เมื่อมีฝนตกจะมีน้ำที่เกินจากการซึมลงในพื้นดินไหลลงมารวมกันในที่ลุ่ม และไหลลงสู่ลำน้ำหากมีปริมาณฝนมาก อัตราการไหลของน้ำท่าจะมากตามไปด้วย ทำให้ ค่า API รายวันสูงขึ้นในขณะเดียวกันถ้าปริมาณฝนลดลงจะทำให้ ค่า API รายวันค่อยๆลดลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับสภาพอากาศรายวันของพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้นจะนำผลจากแบบจำลองไปวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API : Antecedent Percipitation Index) ดังภาพที่ 4.11-4.12 กับระดับการเสี่ยงภัย ดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.13-414 ดังนี้

สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์จากแบบจำลอง ดังภาพที่ 4.11 – 4.12



ภาพที่ 4.11 ค่า API รายวัน เดือนพฤศจิกายน 2557



ภาพที่ 4.12 ค่า API รายวัน เดือนธันวาคม 2557

จากภาพที่ 4.11 - 4.12 พบว่า กราฟ API จะเพิ่มสูงขึ้นช่วงแรก ตั้งแต่วันที่ 9 พฤศจิกายน 2557 เป็นต้นไปและเริ่มลดลงในวันที่ 1 ธันวาคม 2557 ช่วงที่สองตั้งแต่วันที่ 13 ธันวาคม 2557 เป็นต้นไปและเริ่มลดลงในวันที่ 18 ธันวาคม 2557

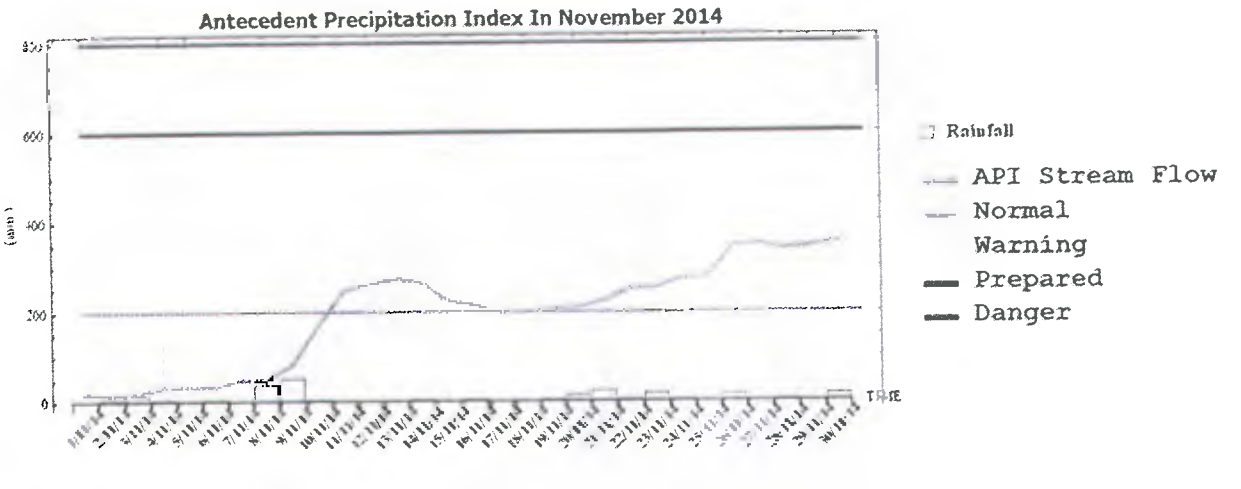
ระดับการเสี่ยงภัย

จากการกำหนดระดับการเสี่ยงภัย โดยการเปรียบเทียบค่า API กับลักษณะการไหลและความขุ่นของน้ำที่เกิดขึ้นจากการตกของฝนในแต่ละวัน ปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน และการดำรงชีวิตของชาวบ้านในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจประกอบการเตือนภัยผลที่ได้สรุปเป็นตาราง ดังตารางที่ 4.2

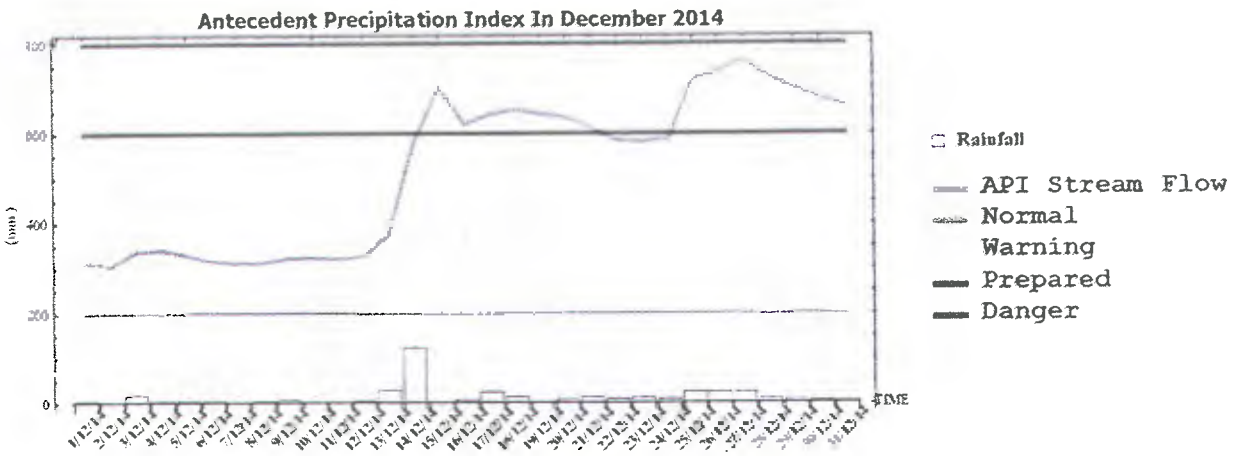
ตารางที่ 4.2 สถานการณ์ ระดับการเสี่ยงภัย

สถานการณ์แต่ละวัน	ค่า API ที่ได้จากแบบจำลอง	ระดับการเสี่ยงภัย
ฝนตกเล็กน้อยทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและความขุ่นของน้ำไม่ต่างจากเดิมมากนัก	<200	ปลอดภัย
ฝนตกเล็กน้อยแต่มีมวลน้ำไหลจากต้นน้ำมากทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น	201 - 400	เฝ้าระวัง ระดับ 1
ฝนตกค่อนข้างหนักและมีมวลน้ำไหลจากต้นน้ำมากทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง	401 - 600	เฝ้าระวัง ระดับ 2
ฝนตกหนักและมีมวลน้ำไหลจากต้นน้ำมาก ทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีชาวบ้านบางส่วนเตรียมตัวที่จะอพยพไปอยู่ในที่สูง	601 - 800	เตรียมพร้อม
ฝนตกหนักและมีมวลน้ำไหลจากต้นน้ำมากทำให้น้ำที่ไหลในลำคลองสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีซากต้นไม้ กิ่งไม้ใหญ่ สัตว์ป่า ลอยมาด้วย มีเสียงดังโครมคราม และมีน้ำเริ่มท่วมที่อยู่อาศัยของชาวบ้านบางส่วน	> 800	อพยพ

ผู้วิจัยได้แสดงค่า API รายวันและระดับการเสี่ยงภัยเพื่อประกอบการตัดสินใจด้วยกราฟเส้น ดังภาพที่ 4.13 – 4.14



ภาพที่ 4.13 ค่า API ที่ใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า เดือนพฤศจิกายน 2557



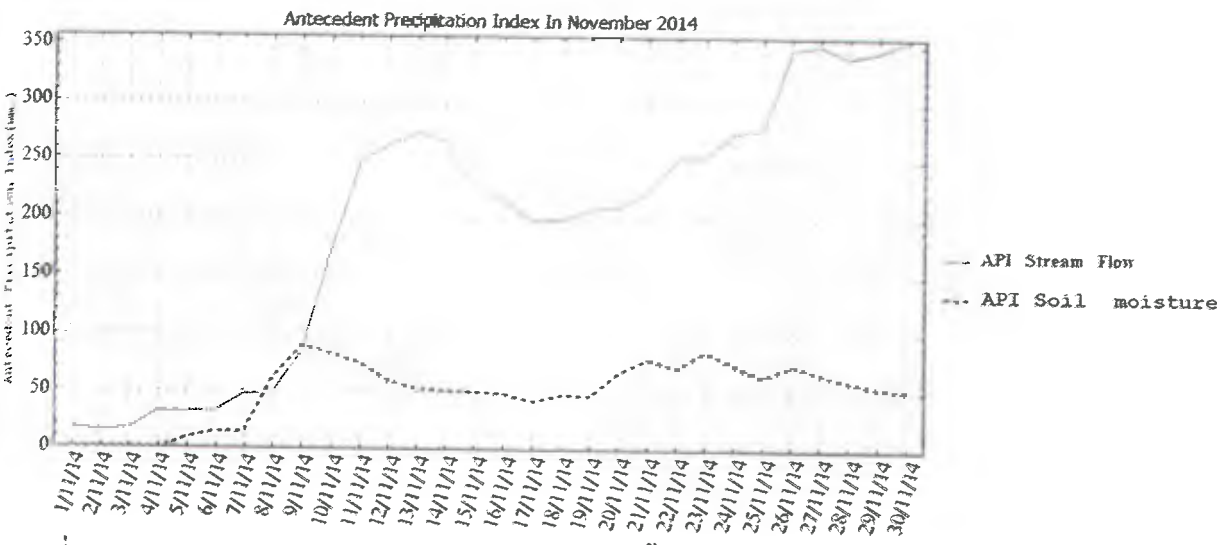
ภาพที่ 4.14 ค่า API ที่ใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า เดือนธันวาคม 2557

จากภาพที่ 4.13 – 4.14 พบว่า เมื่อมีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในบริเวณดังกล่าวมาก หรือมีมวลน้ำจากแม่น้ำสาขาตอนบนไหลมารวมกันมาก ส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำท่าจะเริ่มเพิ่มขึ้น สามารถแบ่งออกเป็นสองช่วงคือ ช่วงแรกอัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 9 พฤศจิกายน 2557 เป็นต้นไปและเริ่มลดลงในวันที่ 1 ธันวาคม 2557 ช่วงที่สองอัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 13 ธันวาคม 2557 เป็นต้นไปและเริ่มลดลงในวันที่ 27 ธันวาคม 2557

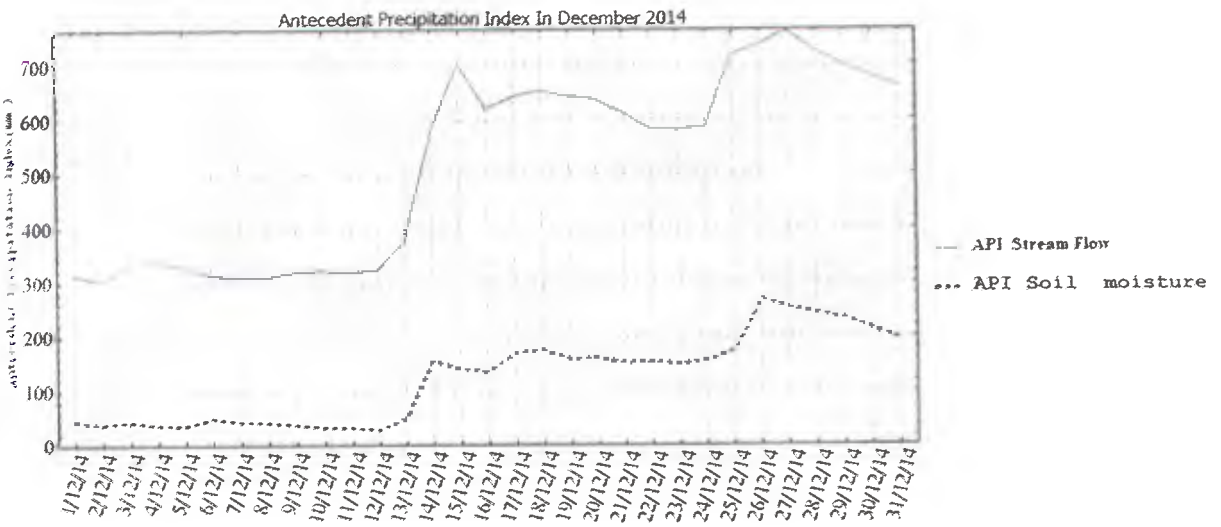
ผลจากการตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API

ผู้วิจัยได้ สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม ที่เหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำ บริเวณสะพานบ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุง อำเภอนบพิตำ จังหวัด นครศรีธรรมราช เพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องและแม่นยำยิ่งขึ้นและตรวจสอบความน่าเชื่อถือ ของแบบจำลองที่สร้างขึ้น โดยการนำค่า API ที่ได้เปรียบเทียบและหาร้อยละของจำนวนวัน ที่มีค่า API มีความสอดคล้องกัน กับแบบจำลองอื่น มีดังนี้

1. เปรียบเทียบกับค่า API รายวันโดยอาศัย ค่า K ที่ได้จากจากค่าความชื้นในดิน ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557 ได้ผลดังภาพที่ 4.15 – 4.16



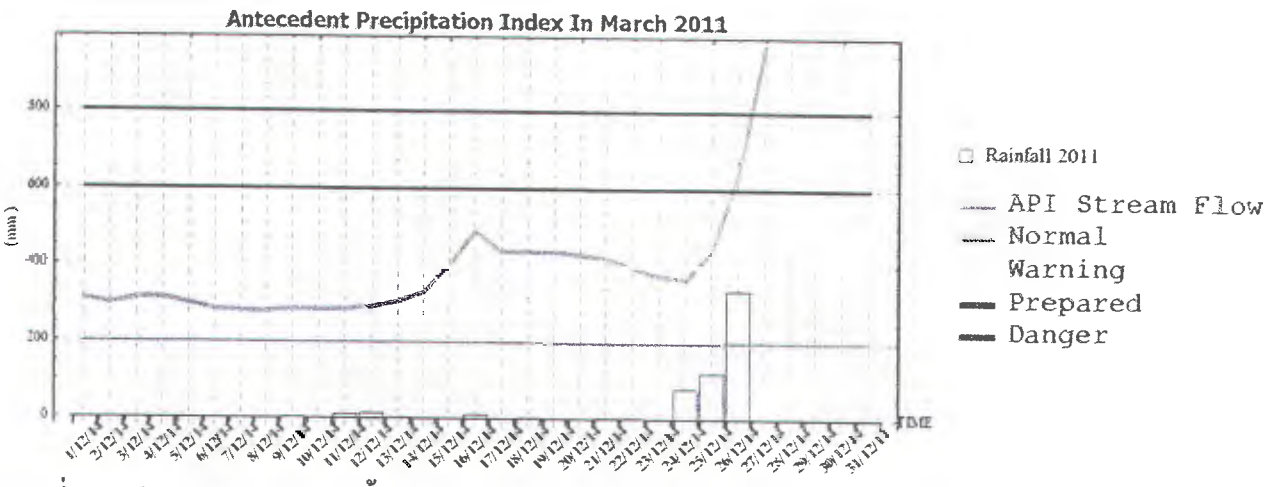
ภาพที่ 4.15 เปรียบเทียบค่า API จากค่าอัตราการไหลของน้ำท่า และค่าความชุ่มชื้นในดินเดือน พฤศจิกายน 2557



ภาพที่ 4.16 เปรียบเทียบค่า API จากค่าอัตราการไหลของน้ำท่า และค่าความชุ่มชื้นในดิน เดือนธันวาคม 2557

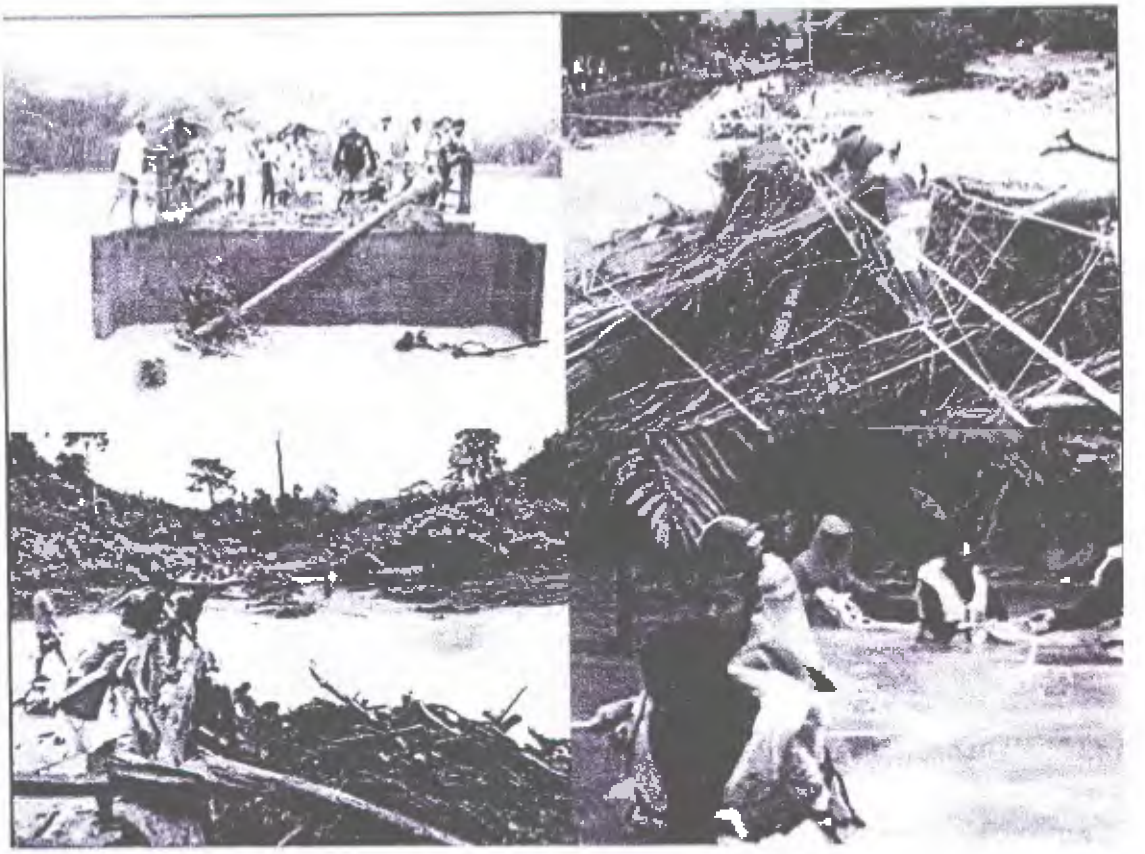
จากภาพที่ 4.15 – 4.16 พบว่าเมื่อนำค่า API จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า บริเวณบ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่ง เป็นจุดร วมน้ำจากต้นน้ำคลองกลาย คลองผด คลองวาด คลองเลข และคลองเปียน เปรียบเทียบกับค่า API จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าความชุ่มชื้นในดิน บริเวณบ้านปากลง หมู่ที่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ค่า API จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในวันที่ 1 ถึง 9 พฤศจิกายน 2557 ค่า API มีความสอดคล้อง วันที่ 10 ถึง 30 พฤศจิกายน 2557 ค่า API มีความแตกต่างกัน และในเดือนธันวาคม 2557 ค่า API มีความสอดคล้อง 40 วันจากทั้งหมด 61 วัน คิดเป็นร้อยละ 65.57

2. เปรียบเทียบกับสภาพจริงเมื่อเดือนมีนาคม 2554 โดยนำค่าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้บริเวณบ้านหัวโคก ตำบลนบพิตำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช มาคำนวณหาค่า API ด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น และเขียนกราฟเปรียบเทียบด้วยระดับการเสี่ยงภัยที่กำหนดขึ้น ดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 ค่า API และปริมาณน้ำฝน เดือนมีนาคม 2554

จากภาพที่ 4.17 พบว่าฝนเริ่มตกหนักตั้งแต่วันที่ 24 – 26 มีนาคม 2554 ทำให้ค่า API อยู่ในระดับอพยพ และขณะเดียวกันวันที่ 26 มีนาคม 2554 เป็นวันที่เกิดน้ำท่วมใหญ่ ฝนตกหนัก น้ำไหลเชี่ยวทำให้สะพานคอนกรีตขาด ประชาชนในตำบลกรุงชิงต้องตัดขาดจากโลกภายนอก มีการอพยพประชาชนในชุมชน จัดได้ว่าเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่สร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณลาดเชิงเขา ในตำบลกรุงชิง และพื้นที่ใกล้เคียงบริเวณที่ราบลุ่มใกล้คลองกลาย ซึ่งไหลผ่าน อำเภอนบพิตำ และอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ดังภาพที่ 4.18 และหลังจากวันที่ 26 มีนาคม 2554 เครื่องมือได้รับความเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับสภาพจริง



ภาพที่ 4.18 ความเสียหายจากภัยพิบัติ อำเภอนบพิตำ ปี พ.ศ. 2554

(ที่มา :ที่ว่าการอำเภอนบพิตำ)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม ที่เหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ไปใช้ในการเตือนภัยให้กับประชาชนโดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน ใช้พื้นที่ศึกษาคือ พื้นที่หมู่ที่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่เป้าหมาย และใช้เครื่องวัดสภาพอากาศยี่ห้อ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152 เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งประกอบด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ค่าความชื้นของดิน และค่าการคายระเหย โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 2 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนธันวาคม 2557กับสภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลอง ใช้พื้นที่ศึกษาคือ หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช และใช้สถานีวัดระดับน้ำบ้านเปียน ด้วยความร่วมมือของ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กรมทรัพยากรน้ำ และบริษัทเอ็กซ์ทรีม มาสเตอร์ จำกัด ตั้งอยู่ ณ สะพานบ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช (UTM 0570966E 0971696N) รหัสสถานี 210603เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 2 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนธันวาคม 2557 นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API มีการตรวจสอบแบบจำลองกับชุดเครื่องมือที่แตกต่างกัน ทั้งสองลักษณะ และตรวจสอบกับสภาพจริงพร้อมทั้งกำหนดค่ามาตรฐานในการเตือนภัย จะแบ่งการสรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะผลวิจัยเป็น 2 ลักษณะหรือ 2 โมเดลตามความแตกต่างของค่า K คือ สภาพแวดล้อมบนพื้นดิน กับ สภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลองดังนี้

สรุปผลที่ได้จากการวิจัยสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม ผู้วิจัยพัฒนาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ของ Linsely et.al (1949.) ดังสมการ

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983.) โดยใช้ค่าความชื้นและการคายระเหยของดินในการหาค่าคงตัว K ดังสมการ

$$K_t = \exp(-E_t / W)$$

เมื่อ E_t = การคายระเหย ณ เวลาใดๆ

W = ความชื้นในดิน

ลักษณะ ภูมิประเทศตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตำบลกรุงชิงเป็นตำบลหนึ่งของอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ในหุบเขา ที่มีภูเขาล้อมรอบ ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบสูง สลับกับภูเขาสูงในเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง และอุทยานแห่งชาติเขานัน ป่าไม้อุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารหลายสายไหลมารวมกันบริเวณบ้านหัวโคก เมื่อมีฝนตกหนักหรือเป็นเวลานานก็จะมีโอกาสเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มเหมือนที่เคยเกิดขึ้นอย่างรุนแรงมาแล้วในอดีต

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ข้อมูลการคายระเหย และข้อมูลความชื้นในดิน เป็นเครื่องวัดสภาพอากาศยี่ห้อ Davis 6152 Vantage Pro2 Model : WS-6152 ที่ติดตั้งบริเวณบ้านปากลง หมู่ที่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช พิกัดทางภูมิศาสตร์ $N8^{\circ}47.8644' E99^{\circ}34.7832'$ ซึ่งกำหนดเป็นพื้นที่ในการศึกษา

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ที่วัดได้จากเครื่องวัดสภาพอากาศ ยี่ห้อ DAVIS Weather Station Model : WS-6152 Vantage Pro2 และเครื่องมือวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณี ซึ่งห่างกันประมาณ 700 เมตร ในพื้นที่หมู่ที่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2557 ถึงเดือน ธันวาคม 2557 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่วัดได้จากเครื่องวัดสภาพอากาศทั้ง 2 ชุด มีค่าใกล้เคียงกันและสามารถใช้ร่วมกันได้

ข้อมูลการคายระเหยรายวันจะใช้จาก DAVIS Weather Station Model : WS-6152 Vantage Pro2 เพราะเครื่องมือวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณีนั้นไม่สามารถวัดค่าการคายระเหยได้เนื่องจากไม่มีเซ็นเซอร์

ข้อมูลค่าความชื้นของดินก็ใช้จาก DAVIS Weather Station Model : WS-6152 Vantage Pro2 มีหน่วยเป็น cb. และค่าความชื้นในดินที่วัดได้ในช่วงที่มีฝนตกจะมีค่า 0 – 20 cb. โดยค่าเป็น

0 cb. หมายถึง ดินอิ่มตัว และค่า 20 cb. หมายถึงดินแห้ง เนื่องจากข้อมูลที่วัดได้จากเครื่องมือทั้งสองที่มีค่าและหน่วยต่างกันจึงไม่สามารถใช้ร่วมกันได้

สร้างแบบจำลอง ในการคำนวณหาค่า K จากความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983) นั้นไม่สามารถนำข้อมูลค่าความชื้นของดินมาใช้ในการคำนวณหาค่า K ได้เลย เพราะค่า K ที่ได้จะผกผันกันกับสภาวะความชื้นของดินและไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแปลงค่าความชื้นในดินที่วัดได้ 0 – 20 cb. ซึ่ง 0 cb. หมายถึงดินอิ่มตัว และค่า 20 cb. หมายถึงดินแห้ง จึงกำหนดให้ 20 cb. หมายถึง ดินอิ่มตัว และกำหนดให้ 0 cb. หมายถึงดินแห้ง ทำให้ค่า K ที่ได้มีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983) และแบบจำลองที่ใช้คือ

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983) โดยใช้ค่าความชื้นและการคายระเหยของดินในการหาค่าคงตัว K ดังสมการ

$$K_t = \exp(-E_t / W)$$

เมื่อ E_t = การคายระเหย ณ เวลาใดๆ

W = ความชื้นในดิน

ค่ามาตรฐานในการทำนายการเตือนภัยเทียบกับสภาพจริง คือ

ค่า API	ระดับการเสี่ยงภัย
< 150	ปลอดภัย
151 - 200	เฝ้าระวัง ระดับ 1
201 - 250	เฝ้าระวัง ระดับ 2
251 - 300	เตรียมพร้อม
> 300	อพยพ

ตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API (Antecedent Precipitation Index) ค่า API หรือ Antecedent Precipitation Index เป็นค่าดัชนีที่ใช้ชี้วัดปริมาณความชื้นที่มีอยู่ก่อนในดิน ในการตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้โดยการนำค่า API ที่ได้จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับค่า API ที่ได้จากแบบจำลองของกรมทรัพยากรธรณี **(Department of Mineral Resources; MDR)** ผลที่ได้มีความสอดคล้องกันทุกวันจากทั้งหมด 61 วันคิดเป็นร้อยละ 100 และเปรียบเทียบค่า API ที่ได้จากอัตราการไหลของน้ำท่า (stream flow) มีความสอดคล้องกัน 40 วันจากทั้งหมด 61 วันคิดเป็นร้อยละ 65.57 และสอดคล้องกับสภาพจริงโดยเฉพาะเมื่อฝนตกหนัก หรือฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลานานจะทำให้ค่า API ขึ้นสูงด้วย ค่ามาตรฐานในการกำหนดการเตือนภัยสอดคล้องกับสภาพจริงในพื้นที่ดังกล่าว จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API มีความแม่นยำและเหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำสามารถใช้เตือนภัยให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยในเขตพื้นที่ศึกษา จะช่วยป้องกันหรือบรรเทาความเดือดร้อนจากภัยพิบัติทางธรรมชาติในชุมชนได้ระดับหนึ่ง

อภิปรายผลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน

การตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ที่ใช้จะเป็นรายวันตลอดระยะเวลา 2 เดือน คือ เดือนพฤศจิกายน และ เดือนธันวาคม 2557 โดยการใช้เครื่องมือ 2 ชุด (2 พื้นที่) ที่มีระยะห่างกัน 700 เมตร พบว่า ค่า API รายวันที่ได้จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับค่า API ที่ได้จากแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลจากเครื่องมืออีกชุดหนึ่งของกรมทรัพยากรธรณีคิดเป็นร้อยละ 100 และมีความสอดคล้องกับแบบจำลองที่ใช้อัตราการไหลของน้ำท่า คิดเป็นร้อยละ 65.57 และมีข้อสังเกตว่า API ของน้ำท่าสูงกว่า อาจจะเป็นเพราะพื้นที่ศึกษาอยู่ในตอนบนและมีระยะห่างกันประมาณ 8 กิโลเมตรประกอบกับพื้นที่ศึกษาเป็นจุดรวมน้ำจากลำคลองหลายสาย และพบว่าทุกช่วงค่า API ของอัตราการไหลของน้ำท่าจะใช้เวลานานกว่าค่า API ของความชื้นในดินทุกช่วง

ค่า API ที่ได้จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการเตือนภัยการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มได้ เพราะในช่วงเวลาซึ่งพื้นที่มีค่า API สูง จะเป็นช่วงที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มมีค่าสูงตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อฝนตกหนัก หรือ ฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ในช่วงเวลาดังกล่าวนี้ดินส่วนใหญ่จะมีความชุ่มชื้นมากทำให้ดูดซับน้ำฝนได้น้อย เมื่อฝนตกลงมาน้ำที่เหลือและไหลออกมามีปริมาณมากจึงมีโอกาสทำให้เกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มได้ง่าย และคาดว่าในเดือนต่อๆไปก็ยังสามารถใช้แบบจำลองนี้หาค่า API รายวันเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการเตือนภัยการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มได้

ข้อเสนอแนะสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่ามีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรมีการดูแลเครื่องมือในการเก็บข้อมูลให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ปราศจากมดหรือแมลงต่างๆ
2. ควรแบ่งระดับความลึกของชั้นดินตามชนิดของดินดีกว่าแบ่งตามการกำหนดความสูงของชั้นดิน
3. ควรมีการสร้างอุปกรณ์เตือนภัยแบบอัตโนมัติที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API นี้

สรุปผลที่ได้จากการวิจัยจากสภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลอง

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม ผู้วิจัยพัฒนาจาก แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ของ (Linsely et.al, 1949.) ดังสมการ

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่าAPI ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่า ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ค่า K หาได้จากการนำข้อมูลความสูงของระดับน้ำท่าในแต่ละช่วงเวลามาแปลงเป็นอัตราการไหลของน้ำท่าด้วย Rating Curve หาค่า Recession Constant (K) ของน้ำท่าในแต่ละช่วงเวลาของอัตราการไหลของน้ำท่า ดังสมการ

$$K_t = Q_t / Q_{t-1}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล ณ เวลาใดๆ (ลบ.ม./วินาที)

Q_{t-1} = อัตราการไหลของเวลาก่อนหน้า (ลบ.ม./วินาที)

พื้นที่ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตำบลกรุงชิง เป็นตำบลหนึ่งของอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ในหุบเขา ที่มีภูเขาล้อมรอบลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบสูงสลับกับภูเขาสูงในเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง และอุทยานแห่งชาติเขานันป่าไม้อุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารหลายสาย เมื่อมีฝนตกหนักก็จะมีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มเหมือนที่เคยเกิดขึ้นอย่างรุนแรงมาแล้วในอดีต

เครื่องมือ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ค่าอัตราการไหลของน้ำท่าได้ติดตั้งบริเวณสะพานบ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช (UTM 0570966E 0971696N) รหัสสถานี 210603ด้วยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กรมทรัพยากรน้ำ และบริษัทเอ็กซ์ทรีมมาสเตอร์ จำกัด

ข้อมูลข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน อัตราการไหลของน้ำท่าสูงสุดรายวัน และระดับน้ำสูงสุดท่ารายวัน ที่วัดได้จากสถานีวัดระดับน้ำบ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราชตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2557 ถึงเดือน ธันวาคม 2557

การหาค่า K หาได้จากการนำข้อมูลความสูงของน้ำท่าในแต่ละช่วงมาแปลงให้เป็นค่าอัตราการไหลของน้ำท่าด้วย rating curve หาค่า recession constant (K) ของน้ำท่าในแต่ละช่วงของอัตราการไหลจากสมการ

$$K = Q_t / Q_{t-1}$$

เมื่อ Q_t = อัตราการไหลของน้ำท่าในวันใดๆ

Q_{t-1} = อัตราการไหลของน้ำท่าของวันก่อนหน้า

ตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ดังสมการ

$$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$$

เมื่อ API_t = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

API_{t-1} = ค่าAPI ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

P = ค่าปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

การหาค่า API ในแบบจำลองจะใช้การตรวจสอบแบบจำลองโดยใช้เวลา 2 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2557 พบว่า ค่า API รายวันและระดับการเสี่ยงภัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจประกอบการเตือนภัยสอดคล้องกับสภาพอากาศในพื้นที่ดังกล่าวทำให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API มีความแม่นยำยิ่งขึ้นและสามารถใช้เตือนภัยให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย ทั้งนี้เพื่อช่วยป้องกันหรือบรรเทาความเดือดร้อนจากภัยพิบัติทางธรรมชาติในชุมชนได้

อภิปรายผลการวิจัยจากสภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลอง

การตรวจสอบแบบจำลอง API ที่ใช้จะเป็นรายวัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2557 โดยการชุดข้อมูลที่รวบรวมได้จากสถานีวัดระดับน้ำบ้านเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า มีความสอดคล้องกับแบบจำลองที่ใช้ ค่าความชุ่มชื้นในดิน ของกรมทรัพยากรธรณี ร้อยละ 65.57 และมีข้อสังเกตว่า API ของอัตราการไหลของน้ำท่าสูงกว่า เนื่องจากบริเวณพื้นที่ศึกษามีความแตกต่างและระยะทางห่างออกมาทางตอนล่างของลำน้ำประมาณ 8 กิโลเมตร ทำให้ทุกช่วงเวลา ค่า API ของอัตราการไหลของน้ำท่าจะใช้เวลานานกว่า ค่า API ความชื้นในดินทุกช่วงเวลาค่า API รายวัน ซึ่งสามารถนำค่า API ไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการเตือนภัยล่วงหน้าการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มได้ โดยเฉพาะเมื่อมีฝนตกหนักหรือฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานในบริเวณพื้นที่ศึกษา หรือ พื้นที่ต้นน้ำต่างๆ มีมวลน้ำไหลมารวมกันมาก ระดับน้ำท่าจะสูงขึ้น ทำให้ค่าอัตราการไหลเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ค่า API มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย จึงมีโอกาสทำให้เกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มได้ คาดว่าในเดือนต่อไปยังสามารถใช้แบบจำลองนี้หาค่า API รายวัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการเตือนภัยล่วงหน้าการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มได้

ข้อเสนอแนะการวิจัยจากสภาพแวดล้อมในน้ำจากแม่น้ำลำคลอง

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่ามีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ควรมีการดูแลเครื่องมือเก็บข้อมูลให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์

2. ควรติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำเพิ่มเติมในบริเวณสะพานข้ามคลองกลาย(สะพานนายก) บ้านปากลงหมู่ที่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นจุดรวมน้ำจากต้นคลองกลาย, คลองเลข, คลองผด, และคลองวาด เพื่อใช้เตือนภัยล่วงหน้าการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มให้ประชาชนเพื่อป้องกันหรือบรรเทาความเดือดร้อนจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กีรติ ลีวัจกุล. (2539). **วิศวกรรมชลศาสตร์.**ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต นครปฐม

กรมทรัพยากรน้ำ (2548). **โครงการกำหนดค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (Anteccedet Precipitation Index: API) เพื่อสนับสนุนการเตือนภัยล่วงหน้าน้ำท่วมฉับพลัน-แผ่นดินถล่ม.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2557). **สำนักพยากรณ์อากาศและการเตือนภัย.** กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

ขนิษฐา สุทธิบริบาล (2544). **การประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้ดัชนีพืชพรรณบริเวณไร่มันสำปะหลัง อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา.** บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุติมาศสำแดงฤทธิ์. (2552). การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองการเพิ่มทั่วไป และโครงข่ายประสาทเทียมกรณีศึกษาลุ่มน้ำยมสถานี Y.4 จังหวัดสุโขทัย บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ดำริ ถาวรมาศ และคณะ (2525). **วิธีเตรียมดินเพื่ออนุรักษ์น้ำและเพิ่มผลผลิตพืช.** รายงานการสัมมนาอนุรักษ์ดินและน้ำ 2525. กรมพัฒนาที่ดิน,ชลบุรี.

ธรรมนูญ แก้วอำพุท, และคณะ (2553). **งานวิจัยเพื่อท้องถิ่นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แบบจำลอง API เพื่อการเตือนภัยน้ำป่าไหลหลาก และแผ่นดินถล่ม ที่ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่.** ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

บรรพต กุลสุวรรณ และ วรวัชร์ ตอวิวัฒน์ (2550). **การวิเคราะห์ค่า API วิกฤติเพื่อใช้ในการเตือนภัยดินถล่มจากฝนตกหนัก.** การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่12 วันที่ 2-4 พฤษภาคม 2550โรงแรมอมรินทร์ลากูน จ.พิษณุโลก

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และ วารินทร์ จิระสุขทวีกุล (2547). **การหาค่า Antecedent Precipitation index API เพื่อการเตือนอุทกภัยและแผ่นดินถล่ม.** สถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยหินดาด

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และวารินทร์ จิระสุขทวีกุล. (2538). **แบบจำลองน้ำท่า และ ผลกระทบทางอุทกวิทยาหลังการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เป็นสวนยางพารา ที่ระยอง.**กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักรฯ กรุงเทพฯ 10900

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และ วารินทร์ จิระสุขทวีกุล (2550). **API Model II แบบจำลองเพื่อการเตือนภัยน้ำป่า ไหลหลากและแผ่นดินถล่ม.** บันทึกวิจัยเล่มที่ 90. สถานีวิจัยต้นน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก. ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพมหานคร

วีระศักดิ์ อุดมโชค (2553). **การคาดการณ์และระบบเตือนภัยจากพิบัติภัยแผ่นดินถล่มจากสภาวะฝนมากเกินปกติ บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรวัชร์ ตอวิวัฒน์และสุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ (2553). **แบบจำลองเพื่อการประเมินค่า API วิกฤติสำหรับการเตือนภัยดินถล่ม (Critical API Model for Landslide Warning).** การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธา แห่งชาติครั้งที่15 วันที่ 12-14 พฤษภาคม 2553 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

วรวัชร์ ตอวิวัฒน์ (2544). **แบบจำลอง API วิกฤตเพื่อการเตือนภัยดินถล่มสำหรับดินที่เกิดจากการสลายของหิน ณ ที่ตั้ง ในประเทศไทย.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ(2555). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. 3-คิว มีเดีย : กรุงเทพมหานคร

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์. (2550). **การเตือนภัยดินถล่มโดยอาศัยค่าปริมาณน้ำฝน.** การประชุมวิชาการเรื่อง "ภัยพิบัติที่กำลังรุนแรงขึ้น" สถาบันพัฒนากรมชลประทาน วันที่ 12 มิถุนายน 2550.

องค์การบริหารส่วนตำบลกรุงชิง. 2557. *จังหวัดนครศรีธรรมราช.* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.krungching.go.th/history.php. 22 พฤศจิกายน 2557.

อรอนงค์ บุญคล่อง(2552). **โปรแกรมแมททิเมติกาสำหรับแคลคูลัส 1** . คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

Choudhury, B.J. and B.J. Blanchard. (1983). **Simulating soil water recession coefficients for agricultural watersheds.** Water Resources Bulletin. 19, 241-247.

Linsley, R.K., Kohler, M.A., & Paulhus, J.L.H., (1949). **Applied Hydrology,** First Edition, McGraw-Hill Book company, Inc., NewYork.

Schwab, G.O., K K. Barner, R.K. Frevert and T.W. Edminter. (1971). **Rainfall and runoff. In Elementary Soil and Water Engineering**. John Wiley & Sons Inc. New York.

Witthawatchutikul, P.(1997). **Modelling for Evaluation of Critical Condition of Watershed in Thailand.** Ph.D. Thesis. Kasetsart University, Bangkok.

ภาคผนวก

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติบุคคล

1) ชื่อ นามสกุล

(ภาษาไทย) อรอนงค์ บุญคล่อง

(ภาษาอังกฤษ) Mrs. Ornanong Boonklong

2) วันเดือนปีเกิด 27 มกราคม พ.ศ. 2501 เลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 8002 00239 24 1

3) ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

4) ที่อยู่ (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช รหัสไปรษณีย์ 80280 โทรศัพท์ (075)396087ต่อ 216 , 0869541787 โทรสาร (075)377443 E-mail Address: bkornanong@gmail.com

5) ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี การศึกษาบัณฑิต (คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สงขลา) ปีสำเร็จการศึกษา 2522

ปริญญาโท สาขาการสอนคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีสำเร็จการศึกษา 2536

ปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์เชิงคำนวณจากมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ปีสำเร็จการศึกษา 2548

6) ด้านการวิจัย

6.1 งานวิจัย ที่ทำสำเร็จแล้วจำนวน 7 ชิ้นงานดังนี้

ชื่อเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 3 เรื่อง "ระบบสมการ" หลังจากที่เรียนซ่อมเสริมโดยใช้ ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เรียนจากครู และเรียนจากเพื่อน โรงเรียนพรหมคีรีพิทยาคม จังหวัดนครศรีธรรมราช

ชื่อเรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอัตราการเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งผิวหนังจากสารหนูในน้ำดื่มจากอำเภอร่อนพิบูลย์

ชื่อเรื่อง Computation of D8 Flow Line at Ron Phibun Area, Nakhon Si Thammarat, Thailand.

ชื่อเรื่อง Effects Of Climate Change On Mangosteen Production In Thailand.

ชื่อเรื่อง Climate Change Affecting Mangosteen Production In Thailand.

ชื่อเรื่อง Linear optimization visualization for energy maximizing diets of herbivores.

ชื่อเรื่อง PAW generated from the GAPS model as an indicator of a drought period in mangosteen orchards,

6.2 นำเสนองานวิจัยระดับชาติ จำนวน 4 ครั้งดังนี้

1. Boonklong, O., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. 2002. Linear optimization visualization for energy maximizing diets of herbivores. Proceedings of The Sixth National Computational Science and Engineering Symposium. Nakhon Si Thammarat, Thailand. 3th-5th April, pp. B14-B21.
2. Boonklong, O., Jaroensutasinee, K. & Jaroensutasinee, M. 2004. Computation of D8 Flow Line for Ron Phibun Area. Proceedings of The 8th Annual National Symposium on Computational Science and Engineering. Nakhonratchasima, Thailand. 21st – 23rd July, GCSE-O06.
3. Boonklong, O., Jaroensutasinee, K. & Jaroensutasinee, M. 2004. Computation of D8 flow line at Ron Phibun area, Nakhon Si Thammarat province. 30th Congress on Science and Technology of Thailand. Bangkok, Thailand.19th-21st October. I0010, pI210.

4. Ornanong Boonklong, Mullica Jaroensutasinee* & Krisanadej Jaroensutasinee. PAW generated from the GAPS model as an indicator of a drought period in mangosteen orchards, (Oral presentation), The 10th Annual GLOBE Conference, Phuket, Thailand, July 30th-August 4th. 2006.

6.3 นำเสนองานวิจัยระดับนานาชาติ จำนวน 2 ครั้งดังนี้

1. Ornanong Boonklong Mullica Jaroensutasinee and Krisanadej Jaroensutasinee. Climate Change Affecting Mangosteen Production In Thailand, (Oral presentation), The 5th WSEAS International Conference on Environment, Ecosystems and Development, Venice, Italy, November 20-22, 2006.
2. O. Boonklong, M. Jaroensutasinee, and K. Jaroensutasinee. Computation of D8 Flow Line at Ron Phibun Area, Nakhon Si Thammarat, Thailand, (Oral presentation), The 19th International Conference on Computer, Information and Systems Science and Engineering (CISE 2007), Bangkok, Thailand, January 29th-31st, 2007.

6.4 ตีพิมพ์ผลงานวิจัยระดับนานาชาติ

1. O. Boonklong, M. Jaroensutasinee, and K. Jaroensutasinee. Computation of D8 Flow Line at Ron Phibun Area, Nakhon Si Thammarat, Thailand, World Enformatika Society (Transaction on Engineering, Computing and Technology) 19 (2007) 377-380.
2. Ornanong Boonklong Mullica Jaroensutasinee and Krisanadej Jaroensutasinee. Effects Of Climate Change On Mangosteen Production In Thailand, WSEAS (Transection on Environment and Development) 9 (2006) 1117-1124.

7) ผลงานวิชาการ

1. รายงานวิจัยเรื่อง วิธีการคำนวณเส้นน้ำไหลแบบ D8 สำหรับพื้นที่ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. เอกสารประกอบการสอน รายวิชาแคลคูลัส 1
3. ตำราเรื่องโปรแกรมแมททิเมติกาสำหรับแคลคูลัส 1
4. เอกสารประกอบคำสอน รายวิชาแคลคูลัส 3
5. ตำราแคลคูลัส 2

8) รางวัลและทุนที่เคยได้รับ

ปี 2546-2547 ทุนวิจัย ของสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ปี 2552 ทุนวิจัย ของสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ปี 2554 ทุนวิจัย ของสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ปี 2556 ทุนวิจัย ของสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายพิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Pitchasak Chankuson

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 9206 00196 35 2

แหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานและสถานที่ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โทรศัพท์ 081-5998219

e-mail : pitchasak.nstru@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ.ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ปริญญาโท วท.ม.ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ เทคโนโลยีพลาสมาฟิสิกส์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยีอบแห้ง

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอก

1. **หัวหน้าโครงการ : ชื่อโครงการวิจัย** การตรวจวัดการกระจายของอนุภาคฝุ่นในอากาศในเขตพื้นที่ ต.ท่างิ้ว อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช (2551)
2. **ผู้ร่วมวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย** แบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครศรีธรรมราช (2553)
3. **หัวหน้าโครงการ : ชื่อโครงการวิจัย** ความชื้นสมดุลและจลนศาสตร์การอบแห้งของสมุนไพรจากเขามหาชัย (2554)
4. **ผู้ร่วมวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย** การพัฒนาบทเรียนและชุดปฏิบัติการฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานปฏิบัติการทดลอง (2554)

5. หัวหน้าโครงการ : ชื่อโครงการวิจัย ระบบพลาสมาโอโซไนเซอร์สำหรับการกำจัดจุลินทรีย์บนอาหารทะเล (2556)
6. หัวหน้าโครงการ : ชื่อโครงการวิจัย ผลของโอโซนต่อการยกระดับคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาอาหารทะเลอาหารทะเลบรรจุสุญญากาศ (2557)
7. หัวหน้าโครงการ : ชื่อโครงการวิจัย ผลของโอโซนและกรดต่อการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดสดตัดแต่ง (2558)
8. หัวหน้าโครงการ : ชื่อโครงการวิจัย ระบบพลาสมาโอโซไนเซอร์สำหรับการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดระยะที่ 1-5 (2559)

การเผยแพร่ผลงานวิชาการ

1. Pitchasak Chankuson; Supawan Tirawanichakul; and Yutthana Tirawanichakul "Integrated Dielectric Barrier Discharge, Coagulation and RO-System for Dye Wastewater Treatment" Regional Symposium on Chemical Engineering 2005, November 30th - December 2nd, 2005. Hanoi Horison Hotel, Hanoi, VIETNAM.

2. พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล. "ลักษณะเฉพาะของการดิสชาร์จไฟฟ้าของระบบพลาสมาโอโซไนเซอร์" ประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีแห่งประเทศไทย, วันที่ 27-28 ตุลาคม 2548 ณ โรงแรมจอมเทียนปาล์มบีช รีสอร์ท พัทยา จ.ชลบุรี.

3. พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล. "Electrical Discharges Characteristics of Plasma Ozonizer System and Its Application on Dye Wastewater Treatment". ประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 4, วันที่ 31 มีนาคม 2549 ณ ตึกฟักทอง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. สงขลา.

4. พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล, จุฬาภรณ์ บุญสว่าง, สกีน่า มะแซ และจตุพร เลื่อนกะฐิน. "การตรวจวัดการกระจายของอนุภาคฝุ่นในอากาศในเขตพื้นที่ ต.ท่างิ้ว อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช". การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏ ครั้งที่ 1 เรื่อง การวิจัยพัฒนาท้องถิ่นเพื่อแผ่นดินไทย วันที่ 1 – 5 เมษายน 2552 ณ ฮอลล์ 9 ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุม อิมแพค เมืองทองธานี.

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

1. Pitchasak Chankuson, Supawan Tirawanichakul and Yutthana Tirawanichakul. "Integrated Dielectric Barrier Discharge, Coagulation and RO-System for Dye Wastewater Treatment", Regional Symposium on Chemical Engineering 2005, 30th November - 2nd December 2005, Hanoi Horison Hotel, Hanoi, VIETNAM, Proceedings pp. 168-172.

2. ยุทธนา ฎิระวณิชย์กุล, สุภวรรณ ฎิระวณิชย์กุล และพิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล. "ลักษณะเฉพาะของการดิสชาร์จไฟฟ้าของระบบพลาสมาโอโซไนเซอร์และการประยุกต์ใช้บำบัดน้ำเสียสีย้อมเสื่อกระจูด". วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2549. หน้า 27-43.

3. ยุทธนา ฎิระวณิชย์กุล, พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล และสุภวรรณ ฎิระวณิชย์กุล. "การศึกษาดิสชาร์จไฟฟ้าของพลาสมาโอโซไนเซอร์และการประยุกต์ใช้งาน". การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 4 ณ ศูนย์ปาฐกถาประดิษฐ เชยจิตร (ตึกฟักทอง) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ วันที่ 31 มีนาคม 2549 บทคัดย่อหน้า 68-69.

4. ยุทธนา ฎิระวณิชย์กุล, พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล และสุภวรรณ ฎิระวณิชย์กุล. "ดิสชาร์จไฟฟ้าของพลาสมาโอโซไนเซอร์และการประยุกต์ใช้งาน". วารสารสงขลานครินทร์ วทท. ปีที่ 29 พฤษภาคม 2550 ฉบับพิเศษ 2. หน้า 365-378.

5. พิชญ์ศักดิ์ จันทร์กุศล, ลัญจกร จันทร์อุดม. "ระบบพลาสมาโอโซไนเซอร์สำหรับการกำจัดจุลินทรีย์บนอาหารทะเล".วารสารวิชชา ปีที่ 33 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2557. หน้า 39-51