# การบรรเทาอุทกภัยของลุ่มน้ำน้ำปาด
# Flood mitigation in Nam Pad river basin

วรพล เรืองศรี และ จิระวัฒน์ กณะสุต

**บทคัดย่อ**

ลุ่มน้ำน้ำปาดเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำน่าน ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอฟากท่าและอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม แต่ต้องประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งและปัญหาน้ำป่าไหลหลากในช่วงฤดูฝนเป็นประจำทุกปี เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของลำน้ำน้ำปาดมีความลาดชันสูง ทำให้น้ำหลากมีลักษณะขึ้นเร็วและลงเร็ว ประกอบกับไม่มีแหล่งเก็บกักน้ำไว้สำหรับฤดูแล้ง ทำให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบรรเทาความรุนแรงของอุทกภัยในเขตท้องที่อำเภอฟากท่าและอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ ด้วยโปรแกรม MIKE 11 พบว่าเหตุการณ์น้ำท่วมในปี 2554 จะเกิดพื้นที่น้ำท่วมประมาณ 16,064 ไร่ และเมื่อมีการก่อสร้างเขื่อนน้ำปาดจะช่วยชะลอการเกิดน้ำหลากสูงสุดได้ประมาณ 1-2 วัน เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เตรียมมาตรการรองรับอุทกภัย และบรรเทาความรุนแรงของอุทกภัยได้ทันสถานการณ์

**คำสำคัญ :** ลุ่มน้ำน้ำปาด, อุทกภัย, MIKE 11

**ABSTRACT**

Nam Pad river basin is a subbasin of Nan river basin which flows through Fak Tha district and Nam Pad district of Uttaradit province. Most people in the area career in agricultural sector. However, they suffer from water shortage in drought and suffer from cataract in rainy season every year. The landscape of Nam Pad river basin has high slope, therefore, the flood is very rapid. In addition, there is no water storage for drought season. All these factors make the water shortage more intense. The objective of this research is to mitigate the problem of flood in Fak Tha district and Nam Pad district by using MIKE 11. In 2011, flooding area occurred about 16,064 rai . The construction of Nam Pad dam will slow down the cataract and extend time about for 1-2 days for related agencies to prepare the necessary policy for mitigation of flood problem.

**Keywords :** Nam Pad river basin, Flood, MIKE 11

**บทนำ**

การศึกษาในครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาทบทวนการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) เขื่อนน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นการศึกษาสภาพปัญหาน้ำท่วมที่ผ่านมา และสภาพน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นในอนาคตหลังมีโครงการ โดยทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาทั้งสองกรณีก่อนมีโครงการและหลังมีโครงการ เพื่อประเมินความสามารถในการบรรเทาอุทกภัยของเขื่อนน้ำปาด ในส่วนของการศึกษาด้านอุทกภัยในส่วนนี้ได้ทำการพิจารณาปัญหาอุกทกภัยในปี 2554 ซึ่งเป็นปีที่มีการเกิดปัญหาน้ำท่วมรุนแรงและสร้างความเสียหายค่อนข้างมากในบริเวณพื้นที่อำเภอฟากท่าและอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

แบบจำลอง MIKE 11 เป็นแบบจำลองทางชลศาสตร์สำหรับแม่น้ำ และลำน้ำ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและพิสูจน์แล้วว่าเป็นแบบจำลองมาตรฐานและปฏิบัติงานได้จริง โดยแบบจำลอง MIKE 11 ที่จะใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วย 2 แบบจำลองย่อย ได้แก่ แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff module : RR) เป็นแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยาที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับน้ำท่า และแบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic module : HD) เป็นแบบจำลองทางด้านอุทกพลศาสตร์ ซึ่งใช้ศึกษาการเคลื่อนตัวของน้ำทางชลศาสตร์ในการไหลแบบ 1 มิติ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของสมการ Saint-Venant Equation โดยอัตราการไหลและระดับน้ำสามารถคำนวณได้ในรูปฟังก์ชั่นของเวลาและพื้นที่ และนำผลการจำลองสภาพการไหลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์และแปรผลเป็นแผนที่น้ำท่วมที่สามารถเข้าใจได้ง่าย และสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบที่สำคัญต่อการวางแผนการจัดการน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วมต่อประชาชนได้อย่างทันท่วงที

**พื้นที่ศึกษา**

ลุ่มน้ำน้ำปาด ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำน่าน โดยตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดอุตรดิตถ์ มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 2,463 ตร.กม. ครอบคลุมอยู่ในพื้นที่อำเภอฟากท่า และอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม แต่ต้องประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งและปัญหาน้ำป่าไหลหลากในช่วงฤดูฝนเป็นประจำทุกปี เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของลำน้ำปาดมีความลาดชันสูง ทำให้น้ำหลากมีลักษณะขึ้นเร็วและลงเร็ว โดยในปี 2554 พื้นที่ลุ่มน้ำน้ำปาดประสบปัญหาอุทกภัยรุนแรงและสร้างความเสียหายค่อนข้างมาก

เขื่อนน้ำปาด มีลักษณะเป็นเขื่อนดินถมชนิดแบ่งโซน มีที่ตั้งหัวงานอยู่ที่ตำบลดงต้นผึ้ง (บ้านนาไพร หมู่ 4 เดิม) ตำบลฟากท่า อำเภอฟากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ ตำแหน่งที่ตั้งเขื่อนอยู่ที่พิกัด 47Q, QV 037-982 ระวางแผนที่ 5145 II ตามแผนที่กรมทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 อยู่ที่เส้นรุ้ง 18°-03′-54″ เหนือ และเส้นแวง 100°-55′-39″ ตะวันออก ระดับเก็บกักปกติที่ +288.00 ม.รทก. ความจุที่ระดับเก็บกักปกติ 85.64 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่รับน้ำฝนด้านเหนือที่ตั้งเขื่อนประมาณ 677 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยปีละประมาณ 117.88 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่ชลประทานรวม 73,640 ไร่ ประกอบด้วย พื้นที่ชลประทานปัจจุบัน จำนวน 21,300 ไร่ และพื้นที่ชลประทานใหม่ จำนวน 29,100 ไร่ และพื้นที่รับประโยชน์จากระบบท่อส่งน้ำฝั่งขวา จำนวน 23,240 ไร่

**แบบจำลอง MIKE 11**

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้คือ แบบจำลอง MIKE 11 โดยจะประกอบไปด้วยแบบจำลองย่อย 2 แบบจำลอง ดังนี้

1) แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff module : RR) ใช้แปลงข้อมูลน้ำฝนเป็นน้ำท่าหรือคำนวณการไหลของน้ำผิวดินของลุ่มน้ำน้ำปาด

2) แบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic module : HD) ใช้คำนวณการไหลของน้ำในลำน้ำปาดที่มีข้อมูลรูปตัดลำน้ำและแสดงแผนที่น้ำท่วมในลุ่มน้ำน้ำปาด

**วิธีการจัดทำแบบจำลอง MIKE 11**

แบบจำลอง MIKE 11 ที่จัดทำขึ้นนี้เป็นการศึกษาสภาพปัญหาน้ำท่วมที่ผ่านมา และสภาพน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นในอนาคตหลังมีโครงการ โดยทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาทั้งกรณีก่อนมีโครงการและหลังมีโครงการ (ซึ่งในกรณีหลังมีโครงการนี้จะใช้ปริมาณน้ำที่ปลายด้านท้ายน้ำของเขื่อนน้ำปาด) เพื่อประเมินความสามารถในการบรรเทาอุทกภัยของเขื่อนน้ำปาด โดยรายละเอียดของการมีโครงการนอกจากเขื่อนน้ำปาดแล้วยังมีอาคารชลศาสตร์ที่จะทำการก่อสร้างเพิ่มเติมแสดงดัง**ตารางที่ 1**

**ตารางที่ 1 อาคารชลศาสตร์ที่จะทำการก่อสร้างเพิ่มเติมในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำน้ำปาด**

| ลำดับที่ | ชื่อฝาย | River Name | Chainage |
|---|---|---|---|
| 1 | ฝายหมู่ 7 บ้านห้วยไข่เขียด | Nampad (น้ำปาด) | 17,351.00 |
| 2 | ฝายน้ำล้นข้ามถนน | Nampad (น้ำปาด) | 29,433.00 |
| 3 | ฝายบ้านเด่น | Nampad (น้ำปาด) | 35,254.00 |
| 4 | ฝายบ้านต้นม่วง 1 | Nampad (น้ำปาด) | 39,334.00 |
| 5 | ฝายบ้านต้นม่วง 2 | Nampad (น้ำปาด) | 46,384.00 |
| 6 | ฝายบ้านเด่นเหล็ก | Nampad (น้ำปาด) | 50,585.00 |
| 7 | ฝายบ้านน้ำพาย | Nampad (น้ำปาด) | 52,221.00 |
| 8 | ฝายบ้านแก่งปลาจ้อย | Nampad (น้ำปาด) | 59,366.00 |
| 9 | ฝายบ้านหนองแห้ว 2 | Nampad (น้ำปาด) | 60,441.00 |
| 10 | ฝายบ้านม่วง 1 | Nampad (น้ำปาด) | 64,324.00 |
| 11 | ฝายบ้านม่วง | Nampad (น้ำปาด) | 66,733.00 |
| 12 | ฝายบ้านใหม่ 1 | Nampad (น้ำปาด) | 72,064.00 |
| 13 | ฝายบ้านฝาย 1 | Nampad (น้ำปาด) | 76,716.00 |
| 14 | ฝายบ้านแสนตอ | Nampad (น้ำปาด) | 83,098.00 |

สำหรับขั้นตอนการจัดทำแบบจำลองมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff module : RR) ใช้ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองที่สำคัญประกอบด้วย

- ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝน ที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำน้ำปาดและมีการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนจนถึงปัจจุบัน จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานี 351007 สถานี 70180 สถานี 351006 สถานี 351003 และสถานี 70151

- ข้อมูลสถานีวัดน้ำท่าที่มีการตรวจวัดระดับน้ำและอัตราการไหล จำนวน 3 สถานี โดยเป็นสถานีวัดน้ำท่าที่มีการตรวจวัดอัตราการไหลในลำน้ำน้ำปาด 2 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า N.16 และสถานีวัดน้ำท่า N.33 ส่วนสถานีวัดน้ำท่า N.12A ซึ่งเป็นสถานีวัดน้ำท่าในแม่น้ำน่าน ตั้งอยู่ด้านท้ายน้ำของจุดบรรจบ ระหว่างลำน้ำน้ำปาดกับแม่น้ำน่าน

- ข้อมูลการระเหยได้ใช้ข้อมูลการระเหยที่สถานีตรวจอากาศจังหวัดอุตรดิตถ์ ในรอบ 30 ปี (ปี พ.ศ. 2528-2557) ซึ่งดำเนินการตรวจวัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยา

โดยได้ทำการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ด้วยข้อมูลการตรวจวัดอัตราการไหล ที่สถานีวัดน้ำท่า 2 สถานี คือ สถานีวัดน้ำท่า N.33 และสถานีวัดน้ำท่า N.16 โดยสถานี N.33 ตั้งอยู่ ด้านท้ายน้ำของลุ่มน้ำน้ำปาดใกล้จุดบรรจบกับแม่น้ำน่าน มีพื้นที่รับน้ำ 2,463 ตารางกิโลเมตร ในการปรับเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า N.33 ได้ทำการสอบเทียบแบบจำลอง

(Model Calibration) ในปี 2524 และตรวจสอบแบบจำลอง (Model Verification) ในช่วงปี พ.ศ. 2525- 2527 ส่วนที่สถานีวัดน้ำท่า N.16 ซึ่งตั้งอยู่กลางลุ่มน้ำน้ำปาด มีพื้นที่รับน้ำ 2,088 ตารางกิโลเมตร ได้ ทำการสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) เฉพาะช่วงปี 2524 เนื่องจากข้อจำกัดของการ ตรวจวัดอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำท่า N.16 โดยแสดงผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง น้ำฝน-น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า N.33 และสถานีวัดน้ำท่า N.16 ในส่วนของผลการศึกษา

2) แบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic module : HD) ใช้ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองที่สำคัญประกอบด้วย

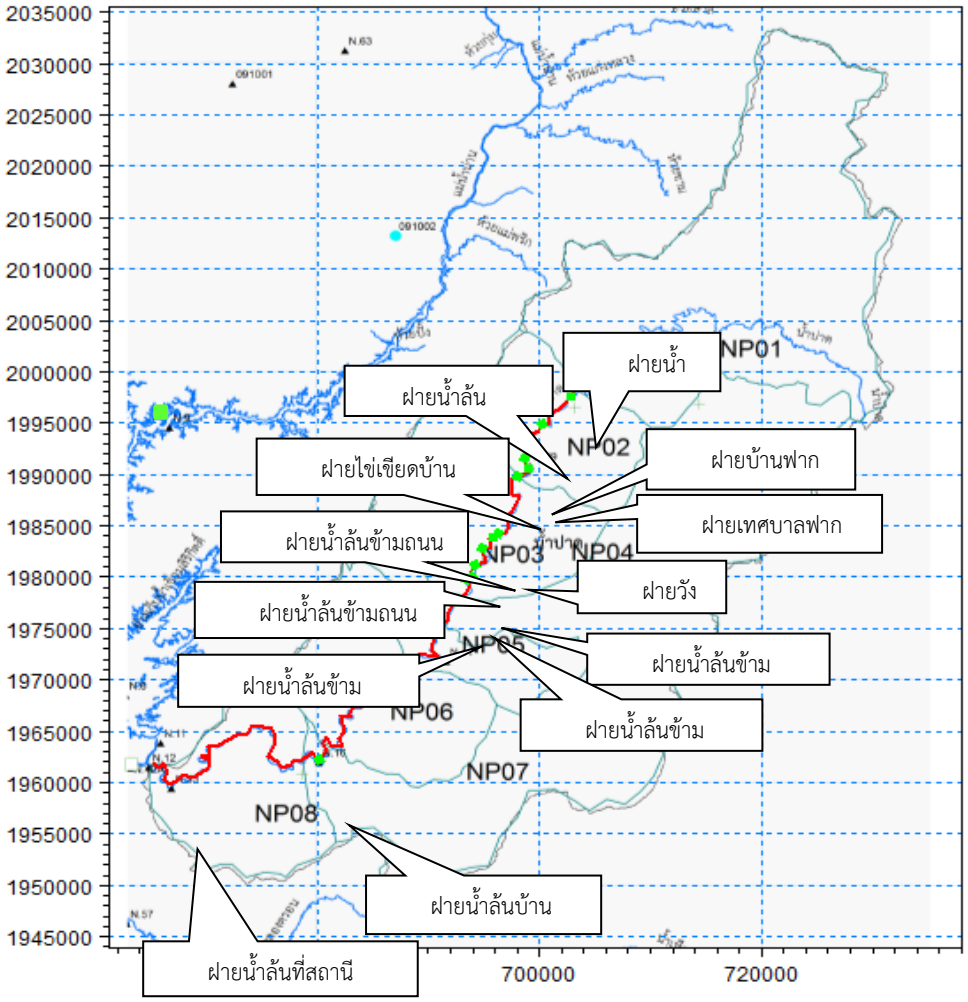
- ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลของระดับพื้นดินที่ราบน้ำท่วมถึงริมตลิ่งของแต่ละหน้าตัดลำน้ำที่คาดว่าอาจเกิดน้ำเอ่อล้นตลิ่ง ได้จากแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ร่วมกับข้อมูล DEM ขนาด 5x5 เมตร ของกรมพัฒนาที่ดิน
- ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำ เป็นข้อมูลขนาด รูปร่างและความลึกของลำน้ำที่ตำแหน่งพิกัดต่างๆ เพื่อแสดงโครงข่ายของลำน้ำและความยาวของลำน้ำน้ำปาด
- ข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหล ใช้เป็นขอบเขตของแบบจำลอง รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง
- ข้อมูลอาคารบังคับน้ำและการควบคุม เป็นเงื่อนไขสำคัญในการคำนวณการไหลในลำน้ำน้ำปาด สำหรับการสอบเทียบแบบจำลองและการบริหารจัดการน้ำ
- ข้อมูลปริมาณน้ำที่ปลายด้านท้ายน้ำของเขื่อนน้ำปาด ซึ่งเป็นมูลจากโครงการศึกษาทบทวนการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) เขื่อนน้ำปาด จังหวัดอุดรดิตถ์ ในส่วนของการศึกษาสมดุลน้ำที่ใช้แบบจำลอง MIKE BASIN

ในการจำลองโครงข่ายของแบบจำลองสภาพการไหลได้ทำการจัดเตรียมแบบจำลองสภาพการไหลโดยใช้ตำแหน่งที่ตั้งโครงการเขื่อนน้ำปาดเป็นหน้าตัดแรกของแบบจำลอง และรูปตัดลำน้ำทุกๆ 1 กิโลเมตรไปจนถึงจุดบรรจบกับแม่น้ำน่านมีรูปตัดลำน้ำรวมทั้งสิ้น 109 หน้าตัด คิดเป็นระยะทางทั้งหมด 108 กิโลเมตร จากนั้นทำการกำหนดขอบเขตเงื่อนไขของแบบจำลอง ซึ่งเงื่อนไขขอบเขตด้านเหนือน้ำ (Upstream Boundary) ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ณ ที่ตั้งเขื่อนน้ำปาด (ในกรณีก่อนมีโครงการ) และใช้ปริมาณน้ำที่ปล่อยด้านท้ายน้ำของเขื่อนน้ำปาดจากแบบจำลอง MIKE BASIN (ในกรณีหลังมีโครงการ) ส่วนเงื่อนไขขอบเขตด้านท้ายน้ำ (Downstream- Boundary) ใช้ข้อมูลระดับน้ำที่สถานีตรวจวัด N.12A ในส่วนการเชื่อมต่อแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่ได้สอบเทียบไว้แล้วกับแบบจำลองสภาพการไหล เพื่อให้ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ไหลลงสู่ลำน้ำ โดยรายละเอียดการเชื่อมโยงแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ทั้ง 8 ลุ่มน้ำ กับช่วงลำน้ำของแม่น้ำน้ำปาด แสดงดัง**ตารางที่ 2**

**ตารางที่ 2 รายละเอียดการเชื่อมโยงแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า กับแบบจำลองสภาพการไหล**

| ชื่อลุ่มน้ำ | พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.) | ชื่อแม่น้ำ | ช่วงของแม่น้ำ (เมตร) |
|---|---|---|---|
| NP01 | 667 | น้ำปาด | 0 - 0 |
| NP02 | 198 | น้ำปาด | 0 – 14,000 |
| NP03 | 208 | น้ำปาด | 14,000 – 35,000 |
| NP04 | 473 | น้ำปาด | 35,000 – 39,000 |
| NP05 | 276 | น้ำปาด | 39,000 – 51,000 |
| NP06 | 193 | น้ำปาด | 51,000 – 72,000 |
| NP07 | 187 | น้ำปาด | 72,000 – 79,000 |
| NP08 | 259 | น้ำปาด | 79,000 – 108,000 |

สำหรับอาคารบังคับน้ำที่ตั้งอยู่ตามตำแหน่งต่างๆของลำน้ำ คือ ฝายน้ำล้นซึ่งได้ทำการนำเข้าข้อมูลอาคารบังคับน้ำที่สำคัญรวม 13 อาคาร ดังแสดงใน**รูปที่ 1**




**รูปที่ 1 ตำแหน่งของอาคารชลศาสตร์ปัจจุบันในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำน้ำปาด**

ในการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหล ได้ทำการปรับค่า Manning's n และเปรียบเทียบค่าระดับน้ำคำนวณกับค่าระดับน้ำตรวจวัดที่สถานีต่างๆ ในแม่น้ำที่สถานีวัดน้ำท่า N.33 (หน้าตัดสำรวจที่ 103 Chainage 103,000 เมตร) และสถานีวัดน้ำท่า N.16 (หน้าตัดสำรวจที่ 75 Chainage 75,000 เมตร) โดยใช้ช่วงเวลาการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลของช่วงเดียวกันกับการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าของสถานีนั้นๆ ซึ่งจะแสดงผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหล ในส่วนของผลการศึกษา

**การประเมินผลการปรับเทียบแบบจำลองจะใช้เกณฑ์ดังนี้**

- Correlation Coefficient (r) โดยปกติแล้วค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ในกรณีที่ค่า r มีค่าเป็นบวกแสดงว่ากลุ่มข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคโดยตรง และในกรณีที่ค่า r มีค่าเป็นลบแสดงว่ากลุ่มข้อมูลทั้งสองมีสัมพันธ์แบบปฏิภาคผกผัน ในกรณีที่ค่า r มีค่าเข้าใกล้ 1 และ -1 แสดงว่ากลุ่มข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs} - \bar{Q}_{obs})(Q_{sim} - \bar{Q}_{sim})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs} - \bar{Q}_{obs})^2 \sum_{i=1}^{n}(Q_{sim} - \bar{Q}_{sim})^2}} \times 100 \quad \text{.....(1)}$$

- Root Mean Square Error (RMSE) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายวันที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและปริมาณน้ำท่ารายวันที่ได้จากการตรวจวัด ควรมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(Q_{obs} - Q_{sim})^2}{n}} \quad \text{.....(2)}$$

- Water Balance Error (WBL) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าสะสมระหว่างปริมาณน้ำท่าที่คำนวณด้วยแบบจำลองและปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ควรมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

$$WBL = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_{sim,i} - \sum_{i=1}^{n} Q_{obs,i}}{\sum_{i=1}^{n} Q_{obs,i}} \times 100 \quad \text{.....(3)}$$

โดยที่ $n$ = จำนวนข้อมูล

$Q_{obs}$ = ปริมาณน้ำหรือระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด

$Q_{sim}$ = ปริมาณน้ำหรือระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณ

$\overline{Q}_{obs}$ = ปริมาณน้ำเฉลี่ยหรือระดับน้ำเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจวัด

$\overline{Q}_{sim}$ = ปริมาณน้ำเฉลี่ยหรือระดับน้ำเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณ

**ผลการศึกษา**

สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงผลได้ดังต่อไปนี้

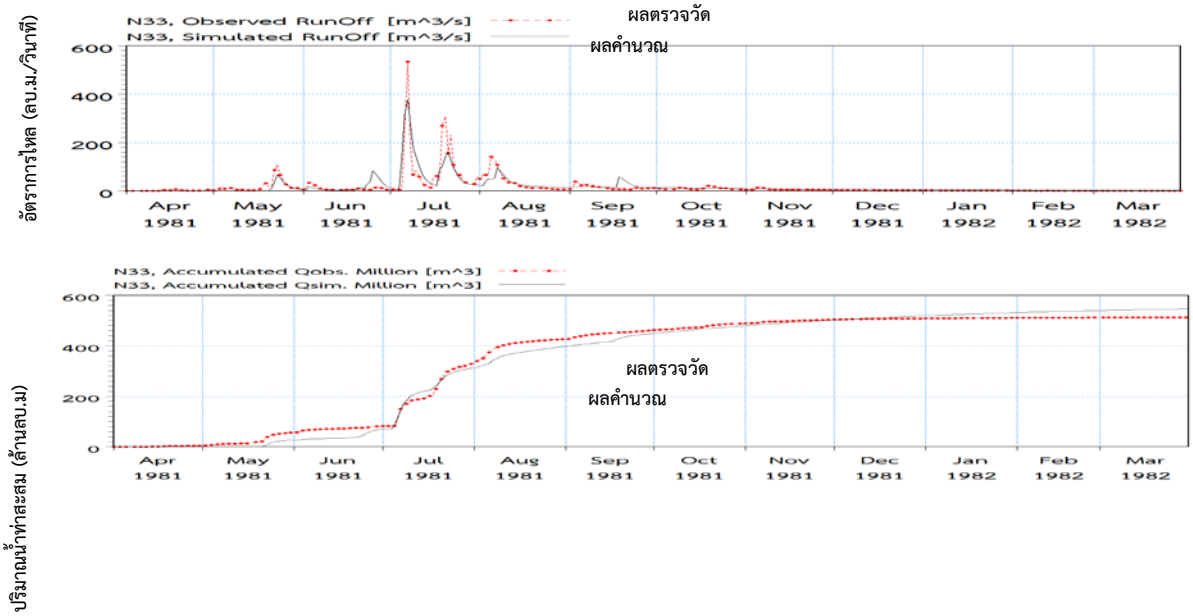
1) แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff module : RR) จากการสอบเทียบแบบจำลองได้ค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แสดงดังตารางที่ 3 สำหรับผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าแสดงไว้ในตารางที่ 4 และแสดงในรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 4

**ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า**

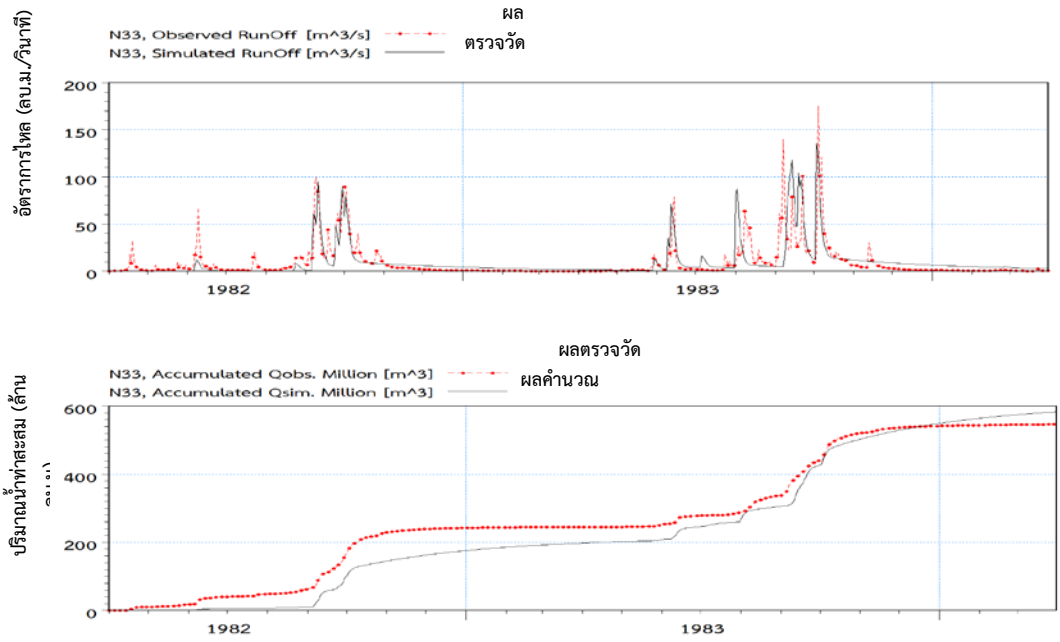
| ลุ่มน้ำย่อย / พารามิเตอร์ | NP01 | NP02 | NP03 | NP04 | NP05 | NP06 | NP07 | NP08 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| พื้นที่ (ตร.กม.) | 667.16 | 198.44 | 208.27 | 473.34 | 128.40 | 193.89 | 334.15 | 259.36 |
| $U_{max}$ (มม.) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 10 |
| $L_{max}$ (มม.) | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 |
| CQOF | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.8 |
| CKIF | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 1080 |
| $CK_{1,2}$ (ชม.) | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| TOF | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.039 |
| TIF | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.73 |
| TG | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.04 |
| CKBF | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

**ตารางที่ 4 ผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ในลุ่มน้ำน้ำปาด**

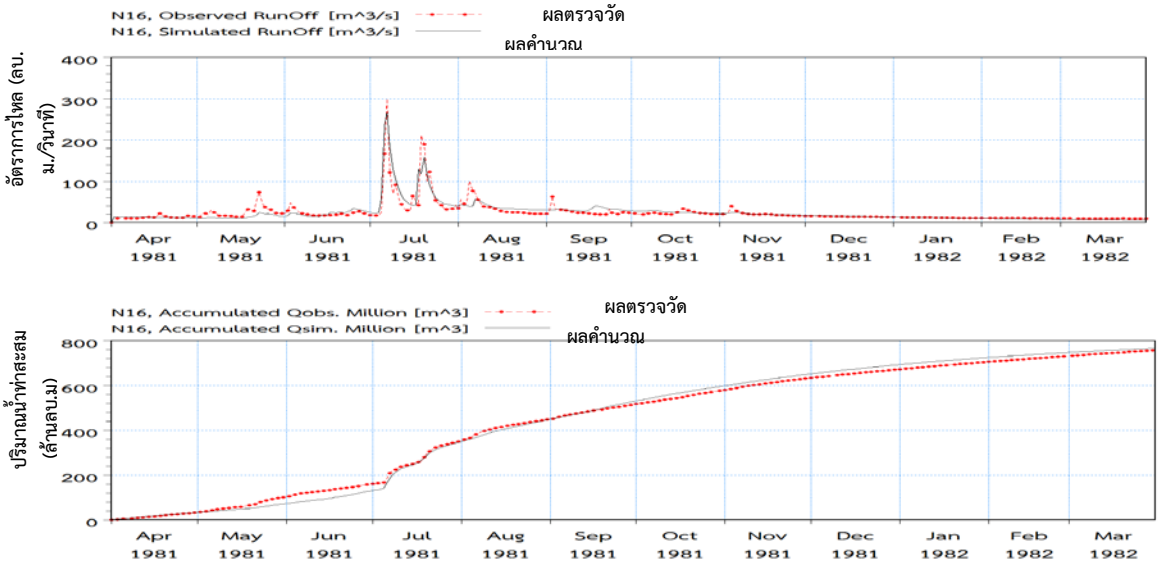
| ลำดับ | สถานี | การสอบเทียบแบบจำลอง | | การตรวจสอบแบบจำลอง | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | r | WBL (%) | r | WBL (%) |
| 1 | N.33 | 0.713 | 6.650 | 0.645 | -6.700 |
| 2 | N.16 | 0.768 | -1.100 | - | - |




**รูปที่ 2 ผลการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.33 ในปี พ.ศ. 2524**




**รูปที่ 3 ผลการตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.33 ในช่วงปี พ.ศ. 2525-2527**




**รูปที่ 4 ผลการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.16**

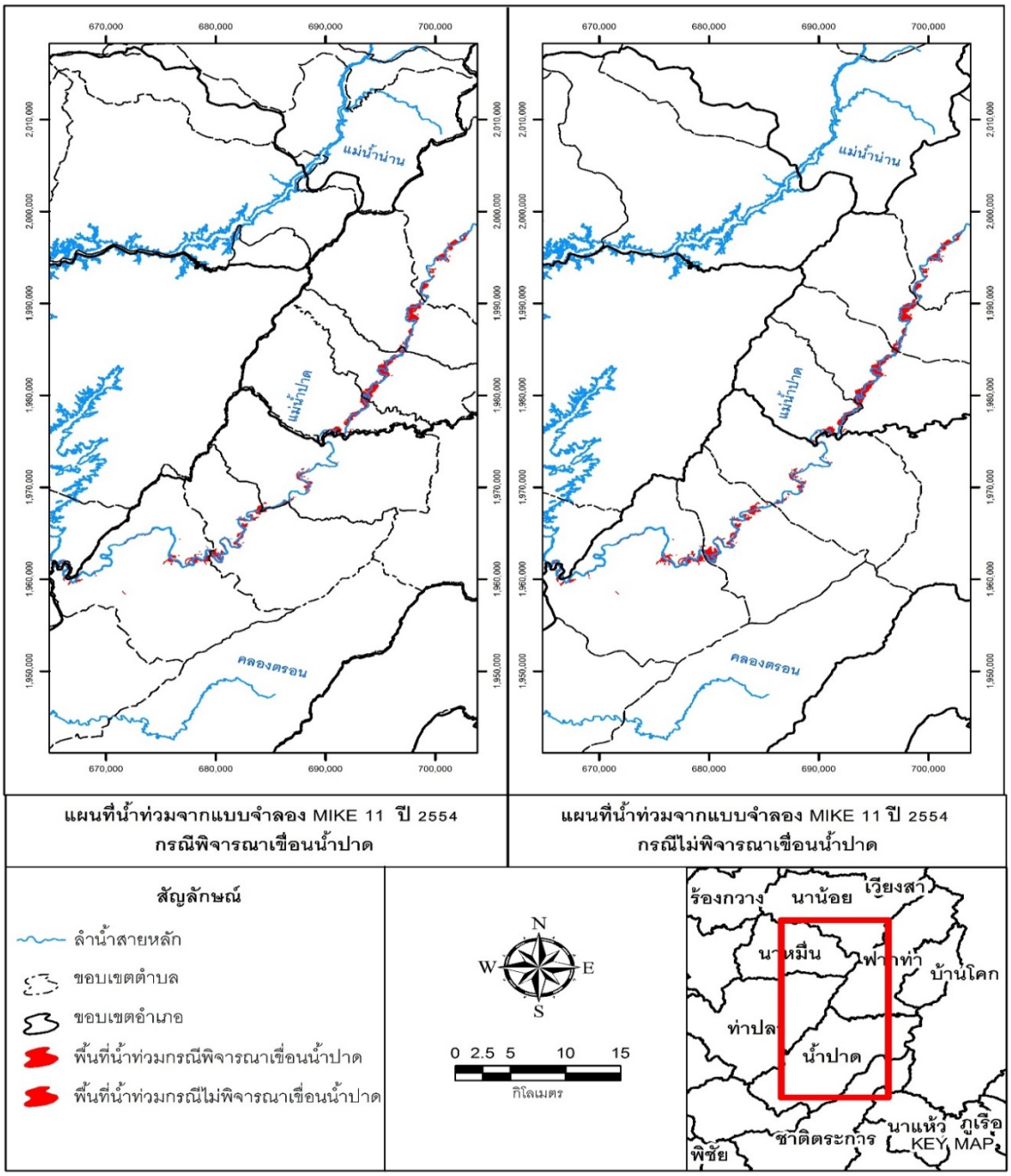
**2) ในปี พ.ศ. 2524** แบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic module : HD) ผลการปรับเทียบแบบจำลองสภาพการไหล ทำให้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) ในลำน้ำได้เท่ากับ 0.030 จากการเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองสภาพการไหลกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดโดยวิธีทางสถิติสรุปได้ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 5 ผลการสอบเทียบและตรวจสอบจากแบบจำลองสภาพการไหล ในลำน้ำน้ำปาด**

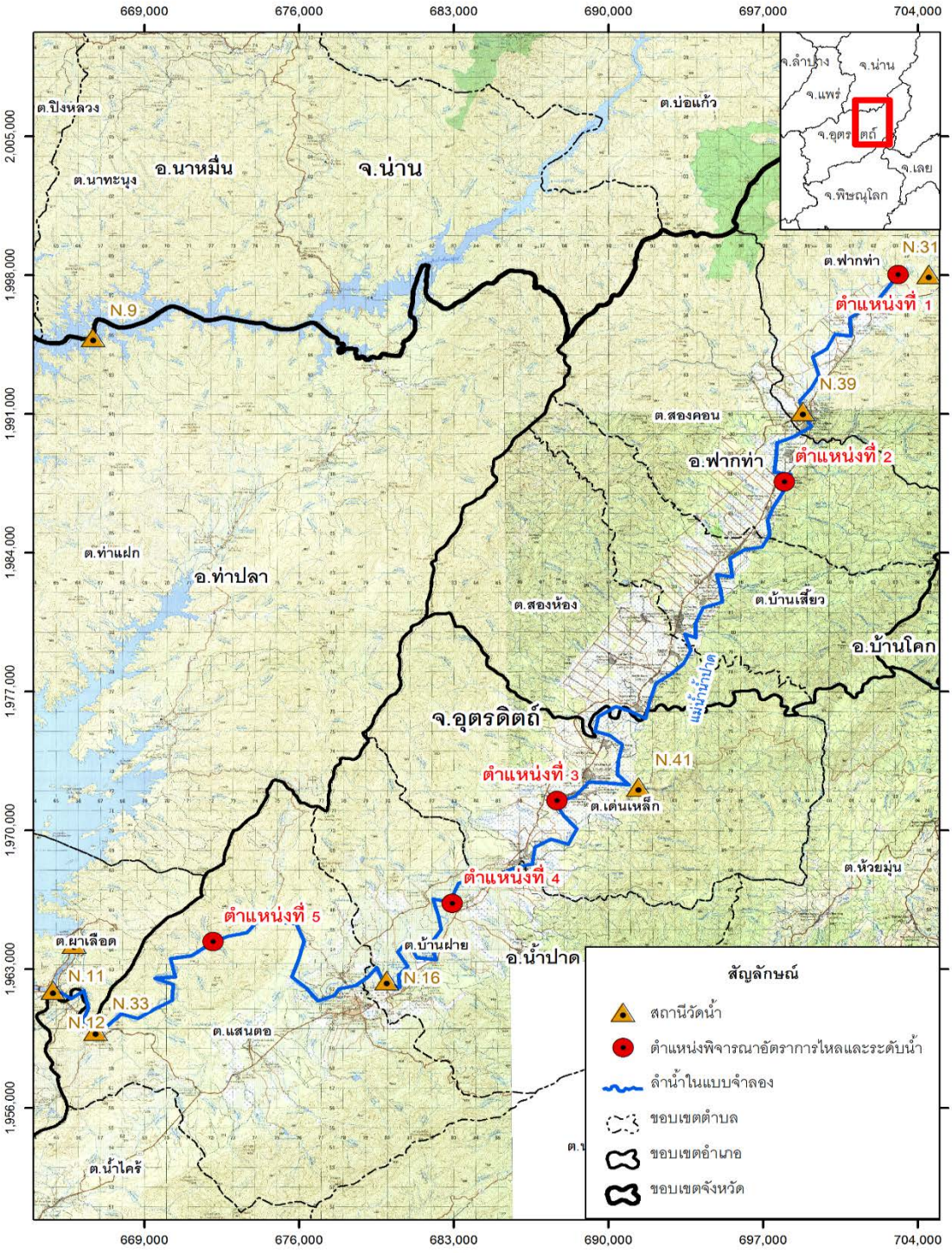
| ลำดับ | สถานี | | การสอบเทียบแบบจำลอง | | การตรวจสอบแบบจำลอง | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | r | RMSE | r | RMSE |
| 1 | N.33 | Q | 0.630 | 28.725 | 0.610 | 21.360 |
| | | WL | 0.881 | 0.472 | 0.882 | 0.427 |
| 2 | N.16 | Q | 0.644 | 27.592 | - | - |
| | | WL | 0.855 | 0.259 | - | - |

3) สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่น้ำท่วม ได้ทำโดยตรวจสอบขอบเขตน้ำท่วมของแบบจำลองกับขอบเขตน้ำท่วมที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งวิเคราะห์โดย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) โดยใช้ข้อมูลน้ำท่วมของปี พ.ศ. 2554 เปรียบเทียบตรวจสอบกับขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมที่วิเคราะห์จากแบบจำลอง ณ ปีเดียวกัน

4) เปรียบเทียบผลการศึกษาทั้งกรณีก่อนมีโครงการและหลังมีโครงการ สำหรับผลการจำลองพื้นที่น้ำท่วมด้วยแบบจำลอง MIKE 11 นั้นได้พิจารณาจำลองพื้นที่น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 พบว่าเหตุการณ์น้ำท่วมในปี 2554 จะเกิดพื้นที่น้ำท่วมประมาณ 16,064 ไร่ ในกรณีที่ไม่พิจารณาเขื่อนน้ำปาด ส่วนในกรณีที่พิจารณาเขื่อนน้ำปาดและฝายน้ำล้นจะเกิดพื้นที่น้ำท่วมประมาณ 13,212 ไร่ ลดลง 2,852 ไร่ (คิดเป็น 17.8%) ดังแสดงผลการเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมกรณีพิจารณาเขื่อนน้ำปาดและกรณีที่ไม่พิจารณาเขื่อนน้ำปาดใน**รูปที่ 5** และได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการไหลและระดับน้ำที่จุดพิจารณาหลัก 5 จุด ได้แก่ ตำแหน่งที่ 1 บริเวณท้ายเขื่อนน้ำปาด ต.ฟากท่า อ.ฟากท่า จ.อุตรดิตถ์ ตำแหน่งที่ 2 ต.สองคอน อ.ฟากท่า จ.อุตรดิตถ์ ตำแหน่งที่ 3 บริเวณบ้านนาน้ำพราย ต.เด่นเหล็ก อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ ตำแหน่งที่ 4 บริเวณโรงเรียนบ้านม่วง ต.บ้านฝาย อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ และตำแหน่งที่ 5 ต.แสนตอ อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ ดัง**รูปที่ 6** จากการพิจารณาทั้ง 2 กรณี พบว่าอัตราการไหลและระดับน้ำที่จุดที่พิจารณา จะมีค่าลดลงเมื่อทำการสร้างเขื่อนน้ำปาดและฝายน้ำล้นเพิ่มเติม ดังแสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการไหลและระดับน้ำที่จุดพิจารณาต่างๆในตารางที่ 6




**รูปที่ 5 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 กรณีที่ยังไม่มีเขื่อนน้ำปาด และกรณีที่มีเขื่อนน้ำปาด**




**รูปที่ 6 จุดพิจารณาอัตราการไหลและระดับน้ำในลุ่มน้ำน้ำปาด**

**ตารางที่ 6 สรุปผลการเปรียบเทียบอัตราการไหลและระดับน้ำที่จุดพิจารณาต่างๆ**

| จุดพิจารณาที่ | ที่ตั้ง | Chainage (เมตร) | อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที) | | ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.) | | ระดับตลิ่ง (ม.รทก.) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ก่อนมีเขื่อนน้ำปาด | หลังมีเขื่อนน้ำปาด | ก่อนมีเขื่อนน้ำปาด | หลังมีเขื่อนน้ำปาด | ฝั่งซ้าย | ฝั่งขวา |
| 1 | ท้ายเขื่อนน้ำปาด ต.ฟากท่า อ.ฟากท่า จ.อุตรดิตถ์ | 1,000 | 492.5 | 246.3 | 243.3 | 242.5 | 246.6 | 246.6 |
| 2 | ต.สองคอน อ.ฟากท่า จ.อุตรดิตถ์ | 18,000 | 367.6 | 209.9 | 208.7 | 207.8 | 207.7 | 208.9 |
| 3 | บ้านนาน้ำพราย ต.เด่นเหล็ก อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ | 52,000 | 455.7 | 307.3 | 166.7 | 166.3 | 166.7 | 167.7 |
| 4 | โรงเรียนบ้านม่วง ต.บ้าฝาย อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ | 64,000 | 460.1 | 308.7 | 155.3 | 154.7 | 154.8 | 155.0 |
| 5 | ต.แสนตอ อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ | 92,000 | 458.8 | 406.5 | 114.6 | 114.5 | 114.5 | 114.6 |

**สรุปผลการศึกษา**

จากผลการศึกษาที่ได้พิจารณาปัญหาอุทกภัยในปี 2554 ที่ได้กล่าวถึงมาแล้วในข้างต้นจะเห็นว่าหากมีการก่อสร้างเขื่อนน้ำปาดและฝายน้ำล้นเพิ่มเติมแล้วจะสามารถช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยได้โดยสามารถลดพื้นที่น้ำท่วมลงได้ ประมาณ 17.8% และเมื่อพิจารณาดูจากผลการเปรียบเทียบอัตราการไหลและระดับน้ำที่จุดพิจารณาต่างๆแล้ว พบว่า ตั้งแต่ตำแหน่งที่ 1 ท้ายน้ำเขื่อนน้ำปาด ตำแหน่งที่ 2 ต.สองคอน ตำแหน่งที่ 3 บ้านนาน้ำพราย ตำแหน่งที่ 4 โรงเรียนบ้านม่วง และตำแหน่งที่ 5 ต.แสนตอ เขื่อนน้ำปาดจะสามารถช่วยลดการเกิดน้ำหลากสูงสุดได้ 246.2 157.7 148.4 151.5 และ 52.2 ลบ.ม./วินาที ตามลำดับ และจะสามารถลดระดับน้ำลงได้ 0.8 0.9 0.4 0.5 และ 0.1 เมตร ตามลำดับ นอกจากนั้นยังช่วยชะลอการเกิดน้ำหลากสูงสุดได้ประมาณ 1-2 วัน ซึ่งจะสามารถช่วยให้หน่วยงานในพื้นที่และประชาชนได้เตรียมตัวและหามาตรการรองรับอุทกภัย และเป็นการช่วยลดความสูญเสียจากอุทกภัยลงได้

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบพระคุณกรมชลประทาน กรมอุตุวิทยา กรมแผนที่ทหาร และกรมพัฒนาที่ดิน ที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลในการจัดทำแบบจำลองในครั้งนี้

**เอกสารและสิ่งอ้างอิง**

เชวงศักดิ์ ฤทธิรอด. 2547. **การศึกษาสภาพการเกิดน้ำท่วมและมาตรการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำลำตะโคง โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อริยะ อินทรา. 2557. **การศึกษาระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยของลุ่มน้ำชีตอนบนโดยใช้แบบจำลอง MIKE11.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2556. **อุทกวิทยาขั้นสูง**. บริษัท วีรวรรณ พริ้นท์ติ้ง แอนด์ แพ็คเก็จจิ้ง จำกัด. กรุงเทพฯ. 671 น.

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. **โครงการศึกษาทบทวนการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) เขื่อนน้ำปาด จังหวัดอุดรดิตถ์.**

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน): สทอภ. **ข้อมูลจากดาวเทียม.** บันทึกข้อมูลเมื่อปี พ.ศ.2554