



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง จังหวัด
เชียงใหม่

Simulation of Downstream Flooding Due to Breaching of Maekuang Dam, Chiang Mai
Province

นามผู้วิจัย นายเรืองวิทย์ วานิชพงษ์พันธุ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุวัฒนา จิตตลดากร, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทีฆวุฒิ พุทธภิรมย์, M.Sc.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มงคล ดำรงค์ศรี, Dr.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัชย์ ลิปิวัฒนาการ, M.Eng.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง
จังหวัดเชียงใหม่

Simulation of Downstream Flooding Due to Breaching of Maekuang Dam,
Chiang Mai Province

โดย

นายเรืองวิทย์ วานิชพงษ์พันธุ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

พ.ศ. 2551

Ruangwit Wanitphongphan 2008: Simulation of Downstream Flooding Due to Breaching of Maekuang Dam, Chiang Mai Province. Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field: Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Suwattana Chittaladakorn, Ph.D. 198 pages.

Experiment concerns about a simulation of downstream flooding due to breaching of Maekuang dam, Chiang Mai. The simulation uses the applicability of mathematical model, MIKE 11, developed by Danish Hydraulic Institute (DHI), available for unsteady flow in one dimension. The study is assumed that Maekuang dam which is earth dam with crest +390.00 m and maximum volume 295 mcm, is collapsed. Subsequently, various forms of demolitions are considered and downstream water movement is also studied by applying probable maximum flood (PMF).

The collapse of dam model in the case of gradual destruction was studied by parameter effect analysis. That means monitoring destruction of dam as changing parameters; Side Slope (SS), Side Erosion Index (x), and also Initial Breach Width (B). In the case of overtopping, the final breach's shape could be classified to three as follows: trapezoid, rectangle, and triangle. The final breach's shape will be trapezoid in the case of piping.

From the study, in case of gradual destruction of dam, we found that most serious damage is occurred in the case of overtopping and rectangular shape. The serious case happens when parameters, $x = 1.0$ and $B = 10$, are applied to the model causing a maximum flow rate $5,045.1 \text{ cm}^3/\text{sec}$ at 1 hr 50 m after cracking. Regarding effect of dam's demolition, water level will extremely increase at Muang Lamphun, km 53+000, and +296.06 m above MSL. The water level above river bank is equal to 6.05 m at 22 hr 16 m after demolition. The results from the study could be utilized as tool for defining the flooding area and preparing an inundation map at downstream area. The map will be available as instructions for land use, flood warning and evacuation to reduce loss.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒนา จิตตลดากร ประธาน
กรรมการที่ปรึกษา สำหรับความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่างๆ ที่มีให้ตลอดมา ขอกราบ
ขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ที่วุฒิ พุทธิภิมย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มงคล ดำรงค์ศรี ที่
กรุณาให้ความช่วยเหลือในการให้คำปรึกษาจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบ
ขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่แนะนำ สั่งสอน และให้ความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลา
การศึกษา อันเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาของข้าพเจ้า ที่ให้ความรัก ความห่วงใย คอยให้กำลังใจ
พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนในด้านค่าใช้จ่ายในการศึกษาจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ทั้งเพื่อนร่วมรุ่น รุ่นพี่ และรุ่นน้องใน ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
ที่คอยช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ PDAMOBIZ ที่คอยให้กำลังใจในการทำ
วิทยานิพนธ์อย่างต่อเนื่อง จริงใจ และเต็มใจเสมอมา

สุดท้ายขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้เรียนรู้จนสำเร็จ
การศึกษา

วิทยานิพนธ์นี้ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษา คั่นคว้าและสนใจ
หากข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออ้อมรับไว้เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์นี้มี
ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สำหรับความดีทั้งหลายที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่ผู้มี
พระคุณทุกท่าน

เรืองวิทย์ วานิชพงษ์พันธุ์

กรกฎาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	40
อุปกรณ์	40
วิธีการ	41
ผลและวิจารณ์	55
สรุปและข้อเสนอแนะ	103
สรุป	103
ข้อเสนอแนะ	106
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	107
ภาคผนวก	109
ภาคผนวก ก ความเป็นมาของโครงการเขื่อนแม่กวงอุดมธารา	110
ภาคผนวก ข สถิติภูมิอากาศ	120
ภาคผนวก ค หน้าตัดลำน้ำแม่กวงในตำแหน่งที่สำคัญ	125
ภาคผนวก ง ผลการจำลองการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา	135
ภาคผนวก จ สรุปปริมาณการไหลทางด้านท้ายน้ำ	144
ภาคผนวก ฉ ภาพแผนที่น้ำท่วม	193
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	198

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยรายปีและรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญ	7
2	ปริมาณฝนในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน	9
3	ปริมาณฝนในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวง	10
4	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีเฉลี่ยของกลุ่มน้ำแม่กวง	10
5	แสดงรายละเอียดการคำนวณเพื่อหาความชันของพื้นที่รับน้ำ	44
6	ข้อมูลขนาดของตัวเขื่อนและคุณสมบัติของวัสดุแกนเขื่อนแม่กวงอุดมธาราที่ใช้ในแบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module)	46
7	พารามิเตอร์สำหรับการพังทลายของเขื่อน	47
8	กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)	49
9	กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)	50
10	กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)	51
11	กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)	52
12	กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)	53
13	สรุประดับน้ำสูงสุดที่สามารถเกิดได้จากแต่ละกรณีศึกษาเพื่อนำไปจัดทำแผนที่น้ำท่วม	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข1	ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514-2543) ที่สถานีตรวจวัดอากาศ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	121
ข2	ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514-2543) ที่สถานีตรวจวัดอากาศ อ.เมือง จ.ลำพูน	122
ง1	รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)	136
ง2	ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)	137
ง3	รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)	138
ง4	ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)	139
ง5	รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)	140

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ง6	ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลง ค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)	141
ง7	รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)	142
ง8	ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)	142
ง9	รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)	143
ง10	ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)	143
จ1	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.1.	145

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
จ2	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.2.	147
จ3	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.3.	149
จ4	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.4.	151
จ5	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5.	153
จ6	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.6.	155
จ7	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.1.	157

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
จ8	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.2.	159
จ9	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.3.	161
จ10	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.4.	163
จ11	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.5.	165
จ12	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.6.	167
จ13	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)กรณีศึกษาที่ 1.3.1.	169

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
จ14	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.2.	171
จ15	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)กรณีศึกษาที่ 1.3.3.	173
จ16	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)กรณีศึกษาที่ 1.3.4.	175
จ17	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.5.	177
จ18	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)กรณีศึกษาที่ 1.3.6.	179
จ19	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.1.	181

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
จ20	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.2.	183
จ21	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.3.	185
จ22	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.1.	187
จ23	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.2.	189
จ24	แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.3.	191

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงที่ตั้งของกลุ่มน้ำแม่กวัง	5
2	ทิศทางของลมมรสุม พายุไต้ฝุ่น และตำแหน่งร่องความกดอากาศที่พัดผ่านกลุ่มน้ำแม่กวัง	8
3	Computation Grid ของแต่ละหน้าตัดของลำน้ำ	22
4	จุดกึ่งกลางของสมการต่อเนื่องในรูปแบบของ 6-Point Abbot Scheme	22
5	แสดงจุดกึ่งกลางของสมการโมเมนต์เต็มในรูปแบบของ 6-Point Abbot Scheme	24
6	แสดงลักษณะการไหลของน้ำข้ามสันเขื่อนและรอยแยก	30
7	แสดงพารามิเตอร์ของรอยแยก	31
8	ตัวอย่างแสดงรูปตัดการพังที่กำหนดเวลาที่ 0 และ 1 ชั่วโมง โดยเส้นประ คือ รูปตัดการพังที่กำหนดเวลาที่ครึ่งชั่วโมง	32
9	การกำหนดตำแหน่งของการเกิด Piping	34
10	แสดงสัดส่วนของการพังจากการเกิด Piping	34
11	รูปร่างหน้าตัดการพังภายหลังที่เกิดการพังหลายของเขื่อน	35
12	หน้าตัดการพังภายหลังที่เกิดการพังหลายของเขื่อน	36
13	พื้นที่กลุ่มน้ำแม่กวัง	41
14	ตำแหน่งต่างๆของรูปตัดขวางของแม่น้ำแม่กวัง	42
15	คุณลักษณะของกลุ่มน้ำเหนือเขื่อนแม่กวังอุดมธรราร	43
16	แสดงเส้นลำน้ำที่ทำการวัดความยาวลำน้ำเพื่อหาค่าความชันเฉลี่ย	44
17	กราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วยสำหรับปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนแม่กวังอุดมธรรารที่วิเคราะห์ได้จากวิธีการของ Snyder	56
18	กราฟน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF) สำหรับปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนแม่กวังอุดมธรราร	57
19	การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังหลายของเขื่อนแม่กวังอุดมธรรารในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	58

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม	59
21	การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	60
22	การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม	61
23	การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	62
24	การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	63
25	การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	65
27	การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	66
28	การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	67
29	การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	68
30	การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	69
31	การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	71
33	การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	72
34	การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	73
35	หน้าตัดตามยาวของลำน้ำแม่กวอง	74
36	หน้าตัดตามยาวของลำน้ำแม่กวองช่วงตำแหน่งที่ กม. 0+000 ถึง 22+000	75
37	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 7+000 บ้านทุ่งข้าวตอก	76
38	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 8+000 บ้านข้าวสูง	77
39	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 10+000 บ้านหนองอึ้ง	78
40	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 11+000 บ้านเมืองเลน	79
41	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 14+000 บ้านคอกหมู	80
42	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 15+000 บ้านป่าตอง	81
43	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 16+000 บ้านแม่กวอง	82
44	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 17+000 วัดแม่กวอง	83

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
45	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 21+000 บ้านสันทราย	84
46	หน้าตัดตามยาวของลำน้ำแม่กวังช่วงตำแหน่งที่ กม. 22+000 ถึง 35+000	85
47	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 32+000 บ้านท่าตันกวาว	86
48	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 33+000 บ้านดอนมูล	87
49	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 34+000 บ้านทุ่งขี้เสือ	88
50	หน้าตัดตามยาวของลำน้ำแม่กวังช่วงตำแหน่งที่ กม. 35+000 ถึง 59+000	89
51	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 36+000 บ้านริมกวัง	90
52	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 38+000 บ้านโละป่าตอง	91
53	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 49+000 บ้านปิงห่าง	92
54	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 50+000 บ้านสถานีรถไฟ	93
55	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 53+000 อ.เมืองลำพูน	94
56	ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 58+000 บ้านศรีข้อย	95
57	แผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวัง, จังหวัดเชียงใหม่	97
58	ระยะที่วัดได้จากหน้าตัดลำน้ำไปถึงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวัง, จังหวัดเชียงใหม่ส่วนที่ 1	98
59	ระยะที่วัดได้จากหน้าตัดลำน้ำไปถึงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวัง, จังหวัดเชียงใหม่ส่วนที่ 2	100
60	ระยะที่วัดได้จากหน้าตัดลำน้ำไปถึงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวัง, จังหวัดเชียงใหม่ส่วนที่ 3	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก1	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเก็บกัก พื้นที่ผิวน้ำ และความจุของเขื่อนแม่กวงอุดม ธارا	116
ก2	แสดงลักษณะภูมิประเทศของโครงการเขื่อนแม่กวงอุดมธารา	117
ก3	แสดงลักษณะภูมิประเทศของตัวเขื่อนหลัก (Main Dam) เขื่อนแม่กวงอุดมธารา	118
ก4	แสดงหน้าตัดตามยาวของตัวเขื่อนหลัก (Main Dam) เขื่อนแม่กวงอุดมธารา	119
ก5	แสดงหน้าตัดตามขวางทั่วไปของตัวเขื่อนหลัก (Main Dam) เขื่อนแม่กวงอุดม ธารา	119
ข1	การผันแปรรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	123
ข2	การผันแปรรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศ อ.เมือง จังหวัด ลำพูน	124
ค1	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 7+000 ที่ตั้ง บ้านทุ่งข้าวตอก	126
ค2	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 8+000 ที่ตั้ง บ้านข้าวสูง	126
ค3	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 10+000 ที่ตั้ง บ้านหนองอึ่ง	127
ค4	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 11+000 ที่ตั้ง บ้านเมืองเลน	127
ค5	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 14+000 ที่ตั้ง บ้านคอกหมู	128
ค6	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 15+000 ที่ตั้ง บ้านป่าตอง	128
ค7	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 16+000 ที่ตั้ง บ้านแม่กวง	129
ค8	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 17+000 ที่ตั้ง วัดแม่กวง	129
ค9	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 21+000 ที่ตั้ง บ้านสันทราย	130
ค10	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 32+000 ที่ตั้ง บ้านท่าตันกวาว	130
ค11	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 33+000 ที่ตั้ง บ้านดอนมูล	131
ค12	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 34+000 ที่ตั้ง บ้านทุ่งขี้เสื่อ	131
ค13	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 36+000 ที่ตั้ง บ้านริมกวง	132
ค14	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 38+000 ที่ตั้ง บ้านโละป่าตอง	132
ค15	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงตำแหน่ง กม.ที่ 49+000 ที่ตั้ง บ้านปิงห่าง	133

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า	
ค16	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 50+000 ที่ตั้ง บ้านสถานีรถไฟ	133
ค17	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 53+000 ที่ตั้ง อ.เมืองลำพูน	134
ค18	แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 58+000 ที่ตั้ง บ้านศรีชัย	134
จ1	แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวังอุโมงค์ธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.1.	146
จ2	แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวังอุโมงค์ธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.2.	148
จ3	แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวังอุโมงค์ธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.3.	150
จ4	แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวังอุโมงค์ธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.4.	152
จ5	แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวังอุโมงค์ธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5.	154

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
<p>จ6 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.6.</p>	156
<p>จ7 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.1.</p>	158
<p>จ8 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.2.</p>	160
<p>จ9 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.3.</p>	162
<p>จ10 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.4.</p>	164
<p>จ11 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.5.</p>	166

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
จ12 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.6.	168
จ13 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.1.	170
จ14 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.2.	172
จ15 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.3.	174
จ16 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4.	176
จ17 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.5.	178

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
จ18 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.6.	180
จ19 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.1.	182
จ20 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.2.	184
จ21 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.3.	186
จ22 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.1.	188
จ23 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.2.	190

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า	
จ24	แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.3.	192
ฉ1	แผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่	194
ฉ2	ภาพขยายแผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนที่ 1	195
ฉ3	ภาพขยายแผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนที่ 2	196
ฉ4	ภาพขยายแผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนที่ 3	197

การจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง
จังหวัดเชียงใหม่

Simulation of Downstream Flooding Due to Breaching of Maekuang Dam,
Chiang Mai Province

คำนำ

เขื่อนเป็นสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ที่ใช้ประโยชน์ในการกักเก็บน้ำ ในปริมาณที่มากเพียงพอต่อความต้องการในการดำเนินชีวิต และดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ แม้ว่าการสร้างเขื่อนนั้นจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่างๆ มากมาย หากแต่ภัยพิบัติที่ได้รับจากเขื่อนนั้น ก็ก่อให้เกิดผลกระทบความปลอดภัยของชีวิต และทรัพย์สินมากเช่นกัน ดังเช่นปัญหาน้ำหลากมากกว่าที่ออกแบบ ของเขื่อนอุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2521 ซึ่งส่งผลให้น้ำในอ่างสูงเกือบล้นสันเขื่อน จนเกิดน้ำท่วมท้ายน้ำจากการระบาย หรือปัญหาการรั่วซึมผ่านฐานรากเขื่อนของเขื่อนมูลบน จ.นครราชสีมา ในปี 2533 เป็นต้น แม้ว่าภัยพิบัติจากเขื่อนที่เกิดขึ้นในประเทศไทยจะไม่ส่งผลกระทบร้ายแรง แต่ควรมีการศึกษาการพิบัติของเขื่อนและทำการวางแผนเพื่อเตรียมความพร้อมในการอพยพ และการป้องกันภัยฉุกเฉินไว้ เพื่อลดความเสียหายและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น

งานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ซึ่งในปัจจุบันเป็นสถานที่ท่องเที่ยว และเพาะพันธุ์ปลาที่สำคัญแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ และใช้แบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งพัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความเสียหายพร้อมผลกระทบต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น สำหรับเขื่อนแม่กวงอุดมธารานั้น เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2519 แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2534 โครงการตั้งอยู่ที่บ้านผาแตก ตำบลลงเหนือ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เขื่อนประกอบไปด้วยตัวเขื่อน 3 เขื่อน คือ เขื่อนแม่กวงอุดมธารา (เขื่อนใหญ่) เขื่อนปิดช่องเขาขาดฝั่งซ้าย และเขื่อนปิดช่องเขาขาดฝั่งขวา ลักษณะของเขื่อนเก็บกักน้ำเป็นเขื่อนดินแบบ Zoned Embankment โดยที่แกนกลางเป็นดินเหนียวที่บีบน้ำลึกจนถึงชั้นหินแข็ง ส่วนนอกหุ้มด้วยกำแพงกรวดทรายกรองน้ำ ปิดทับหน้าด้วยหินทิ้ง มีพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ด้านการชลประทานทั้งสิ้น 175,000 ไร่ สามารถป้องกันน้ำท่วมทั้งในเขตอำเภอดอยสะเก็ด สันกำแพง สารภี จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

ผลการศึกษการฟังหลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธารา พร้อมแสดงผลด้วยแผนที่น่าท้วมนี้
สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางมาตรการการรักษความปลอดภัย วางแผนการเตือนภัย
ฉุกเฉิน เพื่อทำการอพยพประชาชนในเขตพื้นที่เสี่ยง ช่วยลดความเสียหาย และผลกระทบที่อาจจะ
เกิดขึ้นให้น้อยที่สุด

วัตถุประสงค์

1. ศึกษารูปแบบการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราที่มีความเป็นไปได้ในกรณีต่างๆ
2. ศึกษาและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลผ่านรอยแยกของเขื่อนในช่วงเวลาต่างๆ โดยใช้แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module) ซึ่งเป็นแบบจำลองย่อยในแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11
3. ศึกษาและวิเคราะห์สภาพการเกิดน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ทางด้านท้ายน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ที่อาจเกิดการพังทลาย โดยใช้แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD Module) ร่วมกับแบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module) ซึ่งเป็นแบบจำลองย่อยในแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11
4. จัดทำแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำของเขื่อนที่จะได้รับผลกระทบจากการพังทลายของเขื่อนจากปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF)

ขอบเขตการศึกษา

1. รวบรวมและทบทวนผลการศึกษาสภาพทั่วไป และรายละเอียดในด้านแหล่งน้ำ และส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยลุ่มน้ำแม่กวง
2. ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา โดยพิจารณาเฉพาะในส่วน of ตัวเขื่อนหลักที่เป็นหินถมแกนดินเหนียว (Rockfill with Clay Core Dam) ในทุกกรณีที่มีความเป็นไปได้
3. ประเมินกราฟน้ำท่วม (Flood Hydrograph) ที่ไหลผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module) ซึ่งเป็นแบบจำลองย่อยในแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 โดยมีข้อสมมติดังต่อไปนี้

3.1. คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นตัวแทนของเขื่อนสมมติเป็นชนิดเดียวกันกับ
คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นแกนเขื่อน (Core Zone)

3.2. การเกิดรอยแยกของเขื่อนเนื่องมาจากการกัดเซาะจากการไหลของน้ำผ่านรอย
แยก

3.3. การลดลงของระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำที่ไหลออกผ่าน
รอยแยกที่เกิดขึ้นเท่านั้น

4. วิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกราฟน้ำท่วมที่ไหลผ่านรอยแยกจากการพังทลายของ
เขื่อนแม่กวงอุดมธารา โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD Module) ซึ่งเป็น
แบบจำลองย่อยในแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 มาใช้ในกรณีสมมติว่าเกิดการพังทลายของ
เขื่อนแม่กวงอุดมธารา โดยมีเงื่อนไขการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกราฟน้ำท่วมด้านท้ายเขื่อนแม่
กวงอุดมธารา ดังนี้

4.1. น้ำมีคุณสมบัติเป็นเนื้อเดียว (Homogeneous) ไม่สามารถถูกกดอัดได้เนื่องจากมี
ความหนาแน่นของน้ำคงที่

4.2. ความลาดชันของท้องคลองมีค่าน้อย

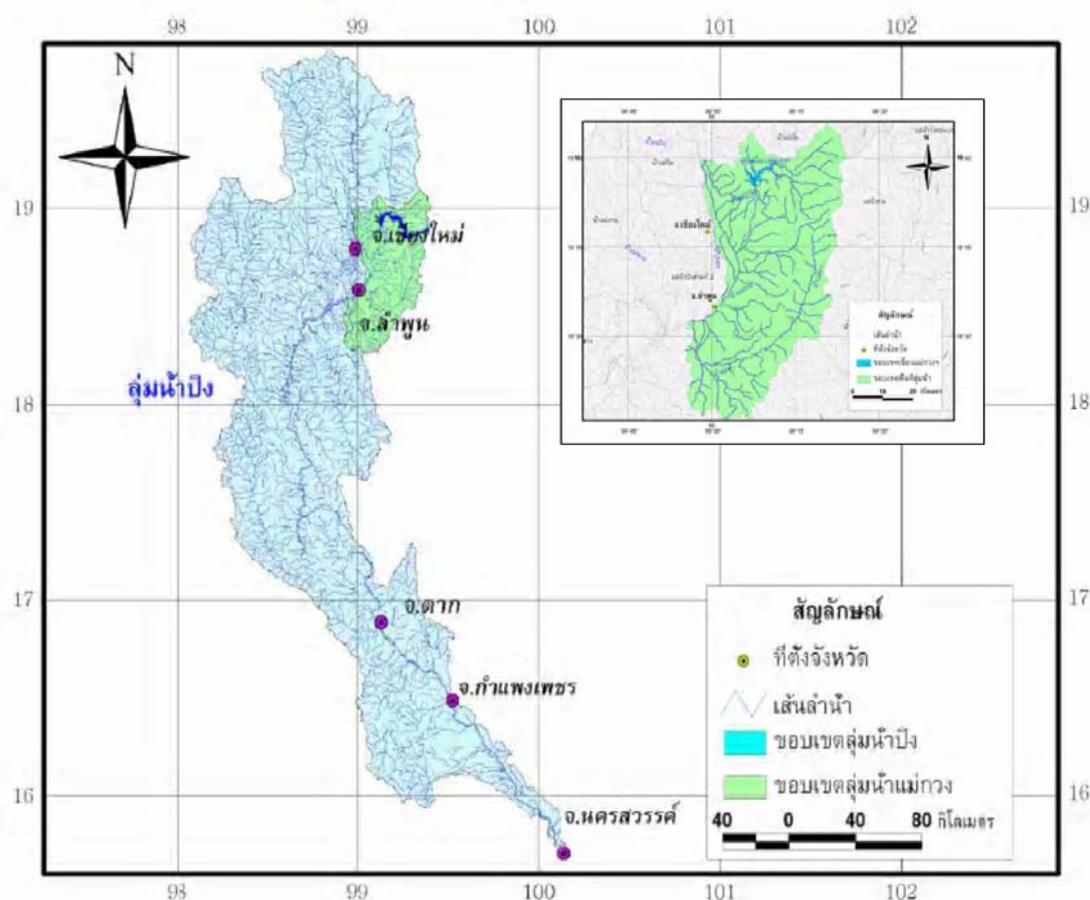
4.3. ความยาวของคลื่นการไหล (Wave Lengths) มีค่ามากกว่าความลึกของการไหล
โดยกำหนดให้ลักษณะของการไหลมีทิศทางขนานกับท้องคลอง ดังนั้นจึงไม่พิจารณาอัตราเร่งที่
เกิดขึ้นในแนวตั้ง (Vertical Accelerations)

5. จัดทำแผนที่น้ำท่วมด้านท้ายน้ำอันเป็นผลมาจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดม
ธาราที่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF)

การตรวจเอกสาร

1. พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำแม่กวัง เป็นลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำปิง ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 18 องศา 01 ลิปดา 48 ฟลิปดา ถึง 19 องศา 06 ลิปดา 10 ฟลิปดา เหนือ และลองจิจูด 99 องศา 00 ลิปดา 16 ฟลิปดา ถึง 99 องศา 23 ลิปดา 13 ฟลิปดา ตะวันออก พื้นที่ทั้งหมด 2,699.54 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่อำเภอคอยสะเก็ด สันทราย สันกำแพง เมืองเชียงใหม่ สารภีและกิ่งอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอบ้านธิ เมืองลำพูน แม่ทาและป่าซาง จังหวัดลำพูน ต้นน้ำกำเนิดจากเทือกเขาในท้องที่อำเภอคอยสะเก็ด ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงของเชียงใหม่ และไหลลงสู่แม่น้ำปิง ที่บ้านสบทา อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน ตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กวังแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงที่ตั้งของลุ่มน้ำแม่กวัง

1.1 สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศของกลุ่มน้ำแม่กวัง ประกอบด้วยสภาพภูมิประเทศหลายลักษณะ มีตั้งแต่พื้นที่ภูเขาสูงจนถึงที่ราบลุ่ม มีภูเขาขุนตาลอยู่ทางด้านทิศตะวันออก โดยวางเรียงตัวกันอยู่ในแนวเหนือใต้ มีพื้นที่ราบที่เกิดอยู่ในระหว่างหุบเขาหรือสองฟากฝั่งแม่น้ำลำธารต่างๆ

1.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของกลุ่มน้ำแม่กวัง ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเอาความชื้นจากทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งก่อให้เกิดฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมและมีฝนตกชุกในเดือนสิงหาคม ฤดูร้อนได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ที่เป็นลมร้อนพัดมาจากทะเลจีนใต้ทำให้สภาพอากาศทั่วไปมีสภาพร้อน ซึ่งอยู่ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ส่วนฤดูหนาวได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นลมหนาวพัดมาจากประเทศจีนทำให้อากาศทั่วไปมีสภาพหนาวเย็นและแห้งแล้ง เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยทิศทางของลมมรสุม พายุไต้ฝุ่น และตำแหน่งของร่องความกดอากาศที่พัดผ่านกลุ่มน้ำแม่กวังแสดงดังภาพที่ 2 เนื่องจากกลุ่มน้ำแม่กวังครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด คือ จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลภูมิอากาศที่ทำการตรวจวัดที่สถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา 2 แห่ง คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ และอำเภอเมืองลำพูน เป็นตัวแทนของสภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำแม่กวังโดยพิจารณาข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี คือ ในระหว่างปี พ.ศ. 2514 ถึง 2543 โดยสภาพภูมิอากาศของสถานี และการแปรผันรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศของสถานีดังกล่าวแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข ซึ่งค่าเฉลี่ยรายปี และรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญสรุปได้ดังตารางที่ 1

1.2.1 อุณหภูมิ

กลุ่มน้ำแม่กวังมีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.6 – 26.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 36.0 – 37.7 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 14.1 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคม

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยรายปีและรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญ

ตัวแปรภูมิอากาศ	ค่าเฉลี่ยรายปี	ช่วงพิสัย ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ยสูงสุด รายเดือน	ค่าเฉลี่ยต่ำสุด รายเดือน
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.6 – 26.1	20.9 – 29.9	36.0 – 37.7	14.0 – 14.1
ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	71.0	51.0 – 83.0	93.0 – 96.0	26.0 – 31.0
ความครึ้มของเมฆ (0-10 อ็อกต้า)	5.2 – 5.3	2.0 – 8.6	-	-
ความเร็วลม (นอต)	1.4 – 2.4	0.5 – 3.3	50.0 – 64.0	-
ปริมาณการระเหย จากผิวดินการระเหย (มม.)	1,639.0 – 1,734.4	94.4 – 216.8	-	-

1.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนมีค่าระหว่าง 51 – 83 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 26 – 31 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนมีนาคม และค่าเฉลี่ยสูงสุด 93 – 96 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนสิงหาคม กันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน

1.2.3 ปริมาณการระเหย

ปริมาณการระเหยมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ โดยเดือนที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและอุณหภูมิสูง จะมีปริมาณการระเหยสูง โดยลุ่มน้ำแม่กวังมีปริมาณน้ำระเหยรายปีเฉลี่ยระหว่าง 1,639.0 – 1,734.0 มิลลิเมตร

1.2.4 ความเร็วลม

โดยทั่วไปลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรง แต่จะมีกำลังอ่อนตัวลงในช่วงฤดูหนาว ความเร็วลมโดยเฉลี่ยรายเดือนมีค่าระหว่าง 0.5 – 3.3 นอต ความแรงและทิศทางของลมจะแปรเปลี่ยนตามทิศทางของลมมรสุมหรือร่องความกดอากาศต่ำ ซึ่งปกติจะเคลื่อนจากทิศใต้ไปทางทิศเหนือ

1.2.5 ฤดูกาล

ลุ่มน้ำแม่กวังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือคร่าวละประมาณ 6 เดือน แสดงดังภาพที่ 2 ทำให้เกิดฤดูกาล 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน โดยฤดูฝนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งจะทำให้เกิดฝนตกหนักระหว่างเดือนสิงหาคมถึงกันยายน ฤดูหนาวเริ่มจากเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ ซึ่งอากาศจะแห้งและเย็นลงจนหนาวจัดที่สุดในช่วงเดือนมกราคมหรือกุมภาพันธ์ และสำหรับฤดูร้อนอยู่ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน โดยช่วงดังกล่าวจะมีอากาศแห้ง โดยในเดือนเมษายนจะมีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุด

1.2.6 ปริมาณฝน

เนื่องจากลุ่มน้ำแม่กวังมีเนื้อที่ครอบคลุมอยู่ทั้งในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน ดังนั้นปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กวังจึงได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนของทั้ง 2 จังหวัด ซึ่งสามารถสรุปปริมาณฝนในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูนได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณฝนในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน

(หน่วย : มม.)

จังหวัด	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
เชียงใหม่	49.3	160.2	143.3	171.6	221.3	218.6	125.7	42.2	14.1	7.4	5.9	14.5	1,174.1
ลำพูน	53.6	153.8	113.8	117.7	160.6	198.5	124.8	41.9	8.3	4.4	5.9	17.5	1,000.8

หากพิจารณาเฉพาะปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวาง
นั้นสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณฝนในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวาง

พื้นที่	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
แม่กวาง	39.8	135.3	115.8	134.4	186.8	184.1	89.2	34.9	10.1	5.4	3.4	10.4	949.4

ที่มา: รายงานการศึกษาความเหมาะสมและการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการเพิ่มปริมาณ
น้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวางอุดมธารา จังหวัดเชียงใหม่

1.2.7 ปริมาณน้ำท่า

จากรายงาน “การศึกษาความเหมาะสมและการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม
โครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวางอุดมธารา จังหวัดเชียงใหม่” ได้มีการวิเคราะห์
ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน และรายปีเฉลี่ย สามารถสรุปข้อมูลปริมาณน้ำท่าในกลุ่มน้ำแม่กวางได้ดัง
ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีเฉลี่ยของกลุ่มน้ำแม่กวาง

(หน่วย : ล้าน ลบ.ม.)

ลุ่มน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
แม่กวาง	4.72	16.56	22.14	41.77	129.17	163.17	96.05	54.27	18.57	8.61	5.09	4.08	564.18

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. รูปแบบการพังทลายของเขื่อน

การพังทลายของเขื่อนนั้นสามารถจำแนกได้ 2 รูปแบบ คือ

1.1 การพังทลายแบบเกิดรูรั่ว (Internal Piping)

เกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดรูที่มีความต้านทานต่ำภายในตัวเขื่อนและอ่างเก็บน้ำไหลผ่านรูดังกล่าว ทำให้เกิดการกัดเซาะชะล้างวัสดุภายในตัวเขื่อนทำให้รูมีขนาดใหญ่มากขึ้นและน้ำผ่านมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งรูรั่วมีขนาดใหญ่เพียงพอ กล่าวคือ เส้นผ่านศูนย์กลางของรูรั่วมีขนาดประมาณครึ่งหนึ่งของความสูงเขื่อนจะทำให้เขื่อนพัง

1.2 การพังทลายแบบเกิดน้ำล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)

กรณีนี้เกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมากกว่าความจุของอ่างเก็บน้ำทำให้น้ำล้นข้ามสันเขื่อนและเกิดการพังทลายของโครงสร้างตัวเขื่อน

2. การวิเคราะห์และจัดทำแผนที่น้ำท่วม (Flood Risk Analysis and Mapping)

ประเด็นสำคัญสำหรับการป้องกันความเสียหายอันเกิดเนื่องมาจากน้ำท่วม คือ การวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมและการจัดทำแผนที่น้ำท่วม ซึ่งหลักเกณฑ์ในการพิจารณานั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

2.1 การวิเคราะห์น้ำท่วมจากปริมาณการไหลของน้ำท่า (Flood Run-Off) หรืออัตราการไหลสูงสุด (Peak Discharge) และพื้นที่น้ำท่วมที่อยู่ภายใต้ระดับน้ำสูงสุด เช่นเดียวกับวิธีการทางอุทกพลศาสตร์และชลศาสตร์ ซึ่งสามารถหาปริมาณการไหลสูงสุดได้จาก

2.1.1 การวิเคราะห์น้ำท่วมด้วยหลักความถี่ของการเกิด (Flood Frequency Analysis)

2.1.2 วิธีการน้ำท่วมแบบลุ่มน้ำรวม (The Regional Flood Method)

2.1.3 Flood Formulate

โดยในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการกำหนดพื้นที่น้ำท่วมถึงและแผนที่น้ำท่วม

2.2 การวิเคราะห์น้ำท่วมนั้นสามารถกระทำได้โดยตรงจากข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ หรือจากการสมมติพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งเป็นวิธีที่ได้นำเอา Geomorphological Survey, Soil Survey, และ Intelligent Quesswork เข้าไว้ด้วย

2.2.1 ขั้นตอนการทำแผนที่ของพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Delineation Procedure of Flood Risk Mapping) สามารถทำ Geomorphological Flood Risk Mapping โดยดูจากรูปแบบของพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วม (Land Forms) โดยใช้แบบจำลองใดแบบจำลองหนึ่งต่อไปนี้

- ก. One-Dimensional Flow Model
- ข. Pond Model
- ค. Two-Dimensional Flow Model

สำหรับการศึกษานี้ใช้แบบจำลอง One-Dimensional Flow Model

2.2.2 Practical Consideration การจัดทำแผนที่น้ำท่วมเป็นแนวทางในการวางแผนเพื่อประเมินความเป็นไปได้ของพื้นที่ที่จะเกิดน้ำท่วมและทิศทางของน้ำ (Floodways) ซึ่งมีปัจจัยบางชนิดที่มีผลต่อความถูกต้องแม่นยำของการทำแผนที่น้ำท่วม คือสถิติของการประมาณอัตราการไหลช่วงความยาวระหว่างรูปตัดลำนน้ำที่พิจารณาแบบจำลองกรณีการเกิดการไหลย้อนกลับระยะระหว่างเส้นชั้นความสูง (Contour Interval) และมาตราส่วนของแผนที่

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Johnson and Illes (1976) ได้ทำการสรุปลักษณะและสาเหตุการเกิดการพังทลายของเขื่อนประมาณ 300 เขื่อนที่เกิดขึ้นทั่วโลก โดยแยกลักษณะการพังทลายของเขื่อนที่เกิดขึ้นตามชนิดของเขื่อนสรุปได้คือ การพังทลายของเขื่อนดินที่เกิดขึ้นมักเกิดจากรอยแยกอันเนื่องมาจากการไหลล้นของน้ำข้ามสันเขื่อน การเกิด Piping และปัญหาฐานราก สำหรับเขื่อนคอนกรีตการพังที่เกิดขึ้นมีสาเหตุจากปัญหาฐานรากของเขื่อน การไหลล้นของน้ำข้ามสันเขื่อน และการเกิดสงคราม เป็นต้น

Pumthong (1985) และ Tingsanchali and Pumthong (1986) ได้เสนอแบบจำลองคณิตศาสตร์ซึ่งใช้ทำนายกราฟน้ำหลากผ่านรอยแยกของเขื่อน การเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำหลากจากการพังทลายของเขื่อน และผลลัพธ์ของการเคลื่อนตัวของน้ำหลากสำหรับกรณีศึกษาการไหลในทุ่งน้ำท่วม (Floodplain) และกรณีศึกษาการไหลในลำน้ำ แบบจำลองพื้นฐานที่สำคัญประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกจำลองกราฟน้ำหลากที่ไหลผ่านรอยแยกของเขื่อนแบบทันทีทันใด โดยใช้สมการ Broad-Crested Weir โดยสมมติรูปร่างของรอยแยก ร่วมกับใช้วิธี Storage Routing สำหรับในส่วนที่สองเป็นการจำลองการเคลื่อนตัวของกราฟน้ำหลากทางด้านท้ายน้ำของเขื่อน โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาระบบสมการแบบ Implicit Finite Difference สำหรับสมการการไหลแบบไม่คงที่มิติเดียว และใช้สมการ Rankine-Hugoniot สำหรับหา Shock Front แบบจำลองได้ถูกนำไปตรวจพิสูจน์ความเชื่อถือกับข้อมูลจากการทดลองของ U.S. Waterways Experiment Station (WES) ปี 1960-1961 ผลการทดสอบพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ของค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการทดลองมีความแตกต่างกันน้อยมากจากนั้นจึงได้นำไปประยุกต์ใช้กับกรณีสมมติการเกิดรอยแยกของเขื่อนศรีนครินทร์ ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากสูงสุดและความเร็วของ Wave Front ของกราฟน้ำหลากจะลดลงทางด้านท้ายน้ำเนื่องจากปริมาณน้ำหลากจะไหลเข้าสู่ทุ่งน้ำท่วมและถูกเก็บกักไว้เป็นส่วนใหญ่

Wurbs (1987) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองคลื่นน้ำหลากเนื่องจากการพังทลายของเขื่อน 6 แบบจำลอง ประกอบด้วย

1. แบบจำลองพยากรณ์น้ำท่วมจากการพังทลายของเขื่อน (Dam-Break Flood Forecasting Model, DAMBRK) ซึ่งพัฒนาโดย National Weather Service (NWS)

2. แบบจำลองการจำลองการไหล (Flow Simulation Model, FLOW SIM1 และ FLOW SIM2) ซึ่งพัฒนาโดย U.S. Army Corps of Engineers, South-Western Division (SWD)
3. Flood Hydrograph Package (HEC-1) ซึ่งพัฒนาโดย U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC)
4. Simplified Dam-Break Routing Procedure (TR66) ซึ่งพัฒนาโดย Soil Conservation Service (SCS)
5. Simplified Dam-Breach Flood Forecasting Model (SMPDRK) ซึ่งพัฒนาโดย National Weather Service (NWS)
6. HEC Dimension Graph Procedure

แบบจำลอง DAMBRK, FLOW SIM1 และ FLOW SIM2 ใช้สมการการเคลื่อนตัวแบบพลศาสตร์ (Dynamic Routing) ของสมการ Saint-Venant แบบจำลอง HEC-1 ใช้ร่วมกับแบบจำลอง HEC Dimension Graph เป็นแบบจำลองขบวนการเกิดน้ำท่าอันเนื่องมาจากฝนด้วยวิธีการทาง Hydrology และ River Routing สำหรับแบบจำลอง TR66 ใช้วิธี Storage Routing และ Kinematics Routing ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำท่วม และสำหรับแบบจำลอง SMPDRK เป็นแบบจำลองที่ปรับปรุงมาจากแบบจำลอง DAMBRK โดยการนำผลการคำนวณจากแบบจำลองทั้งหมดไปทดสอบมาตรฐานกับกรณีการพังทลายของเขื่อน Teton และเขื่อน Laurel Run ที่มีกรบันทึกข้อมูลการพังทลายของเขื่อนละเอียดพอสมควร พบว่าแบบจำลอง DAMBRK เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมในเชิงปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามการขาดแคลนข้อมูลส่วนมากทำให้มีปัญหาในการวิเคราะห์ ดังนั้นแบบจำลอง SMPDRK จึงเป็นทางเลือกที่สามารถคำนวณได้ง่ายและสะดวกในการนำไปประยุกต์ใช้ในกรณีที่ขาดแคลนข้อมูล

Wattanaprateep (1987) ได้พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์แบบสองมิติ เพื่อจำลองการเคลื่อนตัวของกราฟน้ำหลากจากกรณีสมมติการพังทลายของเขื่อน ไปทางด้านท้ายน้ำเข้าสู่ทุ่งน้ำท่วม โดยมีลักษณะการกระจายของน้ำออกไปหลายทิศทาง ซึ่งการจำลองแบบมิติเดียวไม่สามารถจำลองการไหลได้ถูกต้อง และได้ตรวจพิสูจน์ความเชื่อถือของผลจากการคำนวณและผลจากการทดลอง พบว่าได้ผลสอดคล้องกัน

Singh and Scarlatos (1988) พัฒนา Five Analysis Models สำหรับการจำลองการเกิดการพังทลายของเขื่อน โดยใช้หลักการสมดุลของมวล เพื่อพิจารณาการลดลงของปริมาณในอ่าง โดยใช้สมการการไหลผ่านฝาย และการกัดเซาะผ่านรูปตัดการพังโดยพิจารณารูปตัดการพังแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสามเหลี่ยม และได้ทำการสอบเทียบแบบจำลองกับกรณีการพังของเขื่อนต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอดีต ศึกษาวิเคราะห์ความไวเพื่อกำหนดความสัมพันธ์ของการผันแปรของค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

Sri-Amporn (1989) ได้จำลองกรณีสมมติการพังทลายของเขื่อนภูมิพล โดยใช้แบบจำลอง DAMBRK ที่พัฒนาโดย National Weather Service (NWS) ประเทศสหรัฐอเมริกา ในการจำลองการพังทลายของเขื่อนและกราฟน้ำหลากในช่วงที่น้ำไหลในหุบเขา และใช้แบบจำลอง Two-Dimensional Propagation of Dam-Break Wave ที่พัฒนาโดย T.Wattanaprateep (1987) ในช่วงที่น้ำไหลในทุ่งน้ำท่วม สรุปได้ดังนี้

- เขื่อนภูมิพล	Concrete Arch Dam	
- ความสูง	154	เมตร
- ความกว้างสันเขื่อน	486	เมตร
- ปริมาตรเก็บกัก	13,462	ล้าน ลบ.ม.
- ระยะเวลาการพังทลาย	0.5	นาที
- รูปแบบการพังทลายแบบสี่เหลี่ยมคางหมู กว้าง 115 ถึง 363 เมตร สูง 124 เมตร		
- ระยะทางในการเดินทางของคลื่นน้ำท่วมจากเขื่อนภูมิพลไปด้านท้ายน้ำ 62 กิโลเมตร		
- ระยะเวลาในการเดินทางของคลื่นน้ำท่วมจากเขื่อนภูมิพลไปด้านท้ายน้ำ 7 ชั่วโมง		
- ระดับน้ำสูงสุด	+127	ม.รทก.
- ความสูงของน้ำ	17	เมตร

Das (1990) ได้จำลองสภาพการพังทลายอย่างทันทีทันใดของเขื่อนภูมิพล โดยใช้แบบจำลอง DAMBRK ที่พัฒนาโดย National Weather Service (NWS) ประเทศสหรัฐอเมริกา และแบบจำลอง MIKE-11 ที่พัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ประเทศเดนมาร์ก ผลลัพธ์จากการคำนวณอยู่ในรูปของกราฟน้ำหลากและกราฟระดับน้ำที่รูปตัดลำน้ำต่างๆ ของแม่น้ำปิงด้านท้ายเขื่อนภูมิพล ผลจากการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่ากราฟน้ำหลากและกราฟระดับน้ำที่ได้จากทั้งสองแบบจำลองพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

Sinthananopakhun (1991) ได้ศึกษากรณีสมมติการพังทลายที่ละน้อยของเขื่อนบางกลาง โดยใช้แบบจำลองการกัดเซาะของรอยแยกเขื่อน (Dam Breach Erosion Model) ซึ่งใช้วิธี Semi-Analytical Method เพื่อคำนวณกราฟน้ำหลากในกรณีสมมติการพังทลายของเขื่อนและใช้แบบจำลอง MIKE 11 ที่พัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) เพื่อคำนวณการเคลื่อนตัวของกราฟน้ำหลากไปทางด้านท้ายน้ำ และผลการศึกษาได้นำไปเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งศึกษาการพังทลายของเขื่อนบางกลาง โดยใช้แบบจำลอง BOSS-DAMBRK ซึ่งพัฒนาเพิ่มเติมโดย BOSS Corporation, 1989 ผลของการเปรียบเทียบพบว่าใกล้เคียงกัน สรุปได้ดังนี้

- เขื่อนบางกลาง	Earth-Rockfill Dam	
- สูง	85	เมตร
- ความกว้างสันเขื่อน	422	เมตร
- ปริมาตรเก็บกัก	1,403	ล้าน ลบ.ม.
- ระยะเวลาการพังทลาย	2.5	ชั่วโมง
- รูปแบบการพังทลายแบบสี่เหลี่ยมคางหมู กว้าง 108.10 ถึง 119.50 เมตร สูง 70 เมตร		
- ระยะทางในการเดินทางของคลื่นจากเขื่อนไปถึงอำเภอบางนังस्ता	16	กิโลเมตร
- ระยะทางในการเดินทางของคลื่นจากเขื่อนไปถึงอำเภอบางเมืองยะลา	72	กิโลเมตร
- ระยะเวลาเดินทางของคลื่นจากเขื่อนไปถึงอำเภอบางนังस्ता	1.5	ชั่วโมง
- ระยะเวลาเดินทางของคลื่นจากเขื่อนไปถึงอำเภอบางเมืองยะลา	6.5	ชั่วโมง
- ระดับน้ำสูงสุดที่อำเภอบางนังस्ता	+59.00	ม.รทก.
- ระดับน้ำสูงสุดที่อำเภอบางเมืองยะลา	+20.00	ม.รทก.
- ความสูงของน้ำที่อำเภอบางนังस्ता	19	เมตร
- ความสูงของน้ำที่อำเภอบางเมืองยะลา	6	เมตร

นุชนารถ (2540) ได้ศึกษาสภาวะน้ำท่วมของกลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 เพื่อจำลองสภาวะการเกิดอุทกภัยของตัวเมืองเชียงใหม่ และบริเวณแหล่งชุมชนริมฝั่งแม่น้ำปิงไปทางด้านท้ายน้ำของตัวเมืองเชียงใหม่ ทั้งในกรณีกราฟน้ำหลากขนาดเล็กที่ทำให้เกิดการไหลเฉพาะในลำน้ำ และกรณีวิเคราะห์กราฟน้ำหลากขนาดใหญ่ที่มีการไหลล้นตลิ่งลงสู่ทุ่งน้ำท่วม ผลการศึกษาสอบเทียบแบบจำลองทำให้สามารถประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ได้ทั้งในลำน้ำและทุ่งน้ำท่วม และนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาหาแนวทางป้องกัน

และบรรเทาอุทกภัย ซึ่งสรุปไว้หลายทางเลือกพอสรุปได้ คือ การใช้การผันน้ำเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา น้ำท่วมตัวเมืองเชียงใหม่ การปรับปรุงลำน้ำปิงให้ลึกและกว้างขึ้นเพื่อเพิ่มความจุของลำน้ำ และการสร้างผนังป้องกันน้ำเพื่อป้องกันน้ำไหลล้นตลิ่ง

ยุพิน (2542) ได้ศึกษาสภาพการเกิดน้ำท่วมของกลุ่มน้ำบางปะกง โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการจำลองการเคลื่อนตัวของกราฟน้ำหลากและพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมร่วมกับการใช้แบบจำลอง NAM ในการจำลองการเกิดน้ำท่าในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำบางปะกง โดยได้ทำการวิเคราะห์และสอบเทียบค่าตัวแปรต่างๆ ของลุ่มน้ำจนกระทั่งผลที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าสำรวจวัดมากที่สุด รวมถึงการศึกษาแนวทางและมาตรการในการป้องกันและการจัดการน้ำท่วมในลุ่มน้ำบางปะกง นอกจากนี้ยังจัดทำคู่มือการใช้แบบจำลอง MIKE 11 ทั้งในส่วนของ HD Model และ NAM Model

วริยา (2543) ได้ศึกษาการจำลองและพยากรณ์สภาพการเกิดน้ำท่วมของแม่น้ำบางปะกง โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ RUBICON ซึ่งเป็นแบบจำลองด้านอุทกพลศาสตร์ที่สามารถจำลองการไหลได้ใกล้เคียงกับสภาพจริง โดยแบบจำลอง RUBICON เป็นการจำลองลักษณะการไหลแบบเปลี่ยนแปลงตามเวลาและสถานที่ร่วมกับการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SCS และเทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในการประเมินปริมาณการไหลเข้าด้านข้างสำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าเพื่อวัดปริมาณการไหลด้านข้างระหว่างจุดควบคุมด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำในช่วงลำน้ำที่พิจารณา จากการศึกษาการพยากรณ์สภาพน้ำท่วมพบว่าระดับน้ำสูงสุดในสภาพหลังจากมีการก่อสร้างเขื่อนทดน้ำบางปะกงสูงกว่าในสภาพก่อนการก่อสร้างเขื่อนทดน้ำบางปะกงไม่มากนัก โดยที่รอบปีการเกิดซ้ำ 50 ปี มีค่าความแตกต่างของระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดที่บริเวณอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เท่ากับ 0.17 เมตร และเท่ากับ 0.01 เมตร ที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา และพบว่าระดับน้ำท่วมสูงสุดเกิดที่บริเวณอำเภอบ้างสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี เท่ากับ +4.81 ม.รทก. ซึ่งส่งผลทำให้น้ำล้นคันกันน้ำด้านขวาสูงถึง 1.78 ม.รทก. รวมทั้งได้กำหนดมาตรการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยประกอบด้วยการสร้างคันกันน้ำควบคู่ไปกับการปรับปรุงสภาพลำน้ำด้วยการขุดลอกแม่น้ำให้ลึกลงไปจากเดิม

น้ำทิพย์ (2547) ได้ศึกษาการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีสมมติว่าเกิดการพังทลายของเขื่อนคลองมะเดื่อ โดยประยุกต์ 3 แบบจำลองย่อยของแบบจำลอง MIKE 11 คือแบบจำลอง NAM เพื่อการประเมินกราฟน้ำหลากของเหตุการณ์ในอดีต และที่รอบปีการเกิดซ้ำ 100

ปี แบบจำลอง MIKE 11 HD เพื่อศึกษาสภาพการเคลื่อนตัวของกราฟน้ำหลากด้านท้ายเขื่อน และแบบจำลอง Dambreak เพื่อใช้ในการจำลองสภาพการพังทลายของเขื่อนและสภาพการไหลผ่านรอยแยก จากผลการศึกษาพบว่า การพังทลายที่เกิดจากรูรั่วในตัวเขื่อนรุนแรงมากกว่าการพังทลายที่เกิดจากน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน และผลจากการศึกษาระดับน้ำสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆ ด้านท้ายเขื่อนได้นำมาใช้ในการสร้างแผนที่น้ำท่วมซึ่งสามารถนำมาใช้ในการกำหนดพื้นที่เพื่อการสร้างระบบเตือนภัยน้ำท่วมเพื่อการบรรเทาอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นได้จากการพังทลายของเขื่อนคลองมะเดื่อ

จักรรัฐ (2550) ได้ศึกษาการพังทลายของเขื่อนและจำลองแบบการไหลของคลื่นน้ำป่า อ่างเก็บน้ำเขื่อนคลองสะเดา จังหวัดสงขลา โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการจำลองสภาพการพังทลาย และการไหลของคลื่นน้ำป่าในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองอู่ตะเภา เลือกใช้ปริมาณน้ำหลากที่รอบการเกิดซ้ำ 10,000 ปี เคลื่อนตัวเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ พบว่ากรณีที่รุนแรงที่สุดเป็นการพังทลายจากการไหลล้นข้ามสันเขื่อนช่องแตกรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งเกิดปริมาณการไหลสูงสุดเท่ากับ 1,831.39 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ใช้เวลาเดินทาง 18.16 ชั่วโมงตามคลองสะเดาซึ่งยาว 40 กิโลเมตร และได้จัดทำแผนที่น้ำท่วมเพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัย ซึ่งได้พื้นที่น้ำท่วม 21.5 ตารางกิโลเมตร

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลอง MIKE 11 เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น โดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ประเทศเดนมาร์ก (1992) เพื่อใช้ในการจำลองการไหลของน้ำแบบไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาแบบมิติเดียว (One Dimensional Unsteady Flow) สำหรับการไหลในทางน้ำเปิด โดยสามารถจำลองแบบได้ทั้งกระบวนการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่าและคุณสมบัติทางชลศาสตร์ต่างๆ การเคลื่อนย้ายตะกอน และคุณภาพน้ำในแม่น้ำ รวมถึงการเคลื่อนตัวของน้ำเนื่องจากการพังทลายของเขื่อนและลักษณะการไหลที่คล้ายคลึงกันที่ช่วงเวลาต่างๆ ของรูปตัดขวางลำน้ำตลอดความยาวลำน้ำ รวมทั้งอาคารชลศาสตร์ที่พิจารณา เช่น ฝาย ประตูระบายน้ำ เป็นต้น การแก้สมการใช้หลักการของ Centered 6 Points Abbot Scheme โดยวิธี Double Sweep Algorithm แบบจำลอง MIKE 11 ประกอบด้วยแบบจำลองย่อยหลายแบบจำลอง สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองย่อยจำนวน 3 แบบจำลองย่อย คือ แบบจำลองย่อย NAM ซึ่งเป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Module) แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Module, HD) และแบบจำลอง

ย่อยการพังทลายของเขื่อน (Dambreak Module, DB) (Danish Hydraulic Institute, 1992) สำหรับ
ทฤษฎีของแต่ละแบบจำลองย่อยแสดงได้ดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD Module)

แบบจำลองย่อย HD ใช้เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำหลากไปทางด้านท้ายน้ำ
โดยแบบจำลองย่อย HD สามารถจำลองสภาพการไหลแบบเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Unsteady Flow)
แบบมิติเดียว ซึ่งมีการประยุกต์ใช้สมการของการไหลแบบคลื่นพลศาสตร์ (Dynamic Wave
Description) ในกรคำนวณของแบบจำลองอาศัยการแก้สมการ Saint-Venant ซึ่งประกอบด้วย 2
สมการ คือ สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation)
โดยใช้วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของระบบสมการแบบ Implicit 6 Point Finite Difference
Model ซึ่งแบบจำลองย่อย HD สามารถวิเคราะห์การไหลได้ทั้งแบบใต้วิกฤต (Subcritical Flow)
และแบบเหนือวิกฤต (Supercritical Flow) ซึ่งนำมาใช้แก้ปัญหการไหลข้ามอาคารทางชลศาสตร์
ต่างๆ ตลอดจนโครงข่าย (Looped Network) และการจำลองการไหลแบบ Quasi Two Dimension
ในบริเวณทุ่งน้ำท่วม

1.1 สมมติฐานและสมการพื้นฐาน

แบบจำลองย่อย HD ได้ถูกนำมาประยุกต์กับลักษณะของคลื่นแบบพลศาสตร์ โดยการ
แก้สมการของการอินทิเกรชันในแนวตั้ง (Vertical Integrated Equation) ของการทรงสมการ
ต่อเนื่อง (Conservation of Continuity) และสมการโมเมนตัม ซึ่งรวมเรียกว่า Saint-Venant
Equations โดยมีสมมติฐานดังนี้ (นุชนารถ, 2545)

1. น้ำมีลักษณะคุณสมบัติเป็นเนื้อเดียว (Homogeneous) ไม่สามารถถูกกดอัดได้
(Incompressible) เนื่องจากมีความหนาแน่นของน้ำคงที่
2. ความลาดชันของท้องคลองมีค่าน้อย ดังนั้นค่า Cosine ของมุมที่ทำกับแนวระดับจึง
มีค่าเข้าใกล้หนึ่ง

3. ความยาวของคลื่นการไหล (Wave Lengths) มีค่ามากกว่าความลึกของการไหลโดยกำหนดให้ลักษณะของการไหลมีทิศทางขนานกับท้องคลอง ดังนั้นจึงไม่พิจารณาอัตราเร่งที่เกิดขึ้นในแนวตั้ง (Vertical Accelerations)

4. สภาพการไหลเป็นแบบใต้วิกฤต (Subcritical Flow) ในขณะที่การไหลแบบเหนือวิกฤต (Supercritical Flow) ก็ถูกจำลองแบบลงในแบบจำลอง MIKE 11 อย่างไรก็ตามการนำไปใช้งานนั้นจะใช้เฉพาะในบางกรณีที่จะต้องมีการพิจารณาอย่างเข้มงวดเท่านั้น

สมการพื้นฐานที่ใช้ในแบบจำลอง คือ สมการ Saint-Venant ซึ่งประกอบด้วยสมการต่อเนื่องของการไหล (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) โดยรูปแบบของสมการแสดงตามลำดับได้ดังต่อไปนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{\alpha Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (2)$$

และ
$$\sqrt{R} = \frac{1}{A} \int_0^B Y^{3/2} dB \quad (3)$$

โดย Q = อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

A = หน้าตัดขวางของการไหล (ตารางเมตร)

q = ปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

h = ระดับน้ำเหนือจุดอ้างอิง (เมตร)

C = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Chezy (เมตร^{1/2}/วินาที)

R = รัศมีไฮดรอลิกหรือรัศมีของความเสียดทาน (เมตร)

α = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของโมเมนตัม

Y = ความลึกของ Local Water (เมตร)

B = ความกว้างของผิวน้ำ (เมตร)

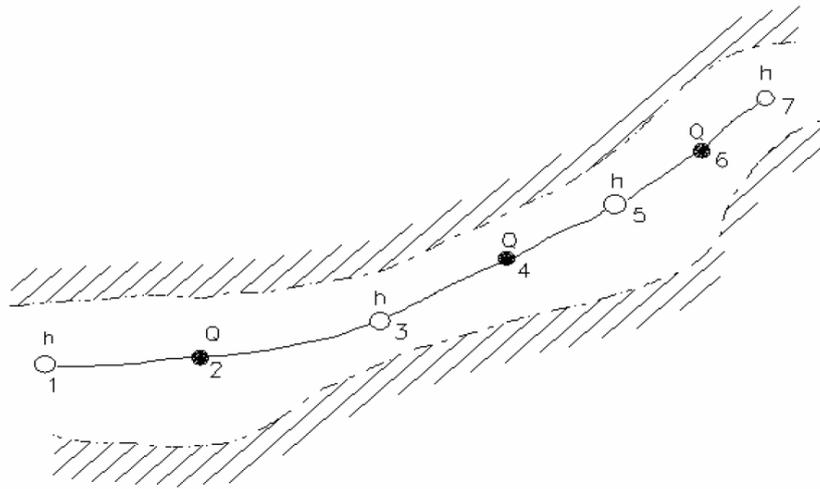
1.2 วิธีการในการแก้ปัญหา

การแก้สมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม ใช้วิธีการ Implicit Finite Difference Scheme ซึ่งพัฒนาโดย Abbot and Ionescu (1967) โครงสร้างของวิธีการแก้ปัญหายู่บนพื้นฐานที่เป็นอิสระจากลักษณะของคลื่น (Wave Length) ไม่ว่าจะเป็กรณีของ Kinematics, Diffusion หรือ Dynamic ก็ตาม

จากการแก้สมการต่อเนื่องและสมการ โมเมนตัม สามารถแปลงให้อยู่ในรูปของ Implicit Finite Difference Equations ได้โดยกำหนด Computational Grid ซึ่งประกอบไปด้วย ตำแหน่งของอัตราการไหล (Q-Point) และตำแหน่งของระดับน้ำ (h-Point) ในแต่ละรูปตัดลำน้ำเป็น พารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณในแต่ละช่วงเวลา (Time Step) ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยที่ตำแหน่งของ อัตราการไหล (Q-Point) จะอยู่ระหว่างตำแหน่งของระดับน้ำ (h-Point) ที่อยู่ติดกัน ในขณะที่ ตำแหน่งของระดับน้ำ (h-Point) จะกำหนดไว้ที่หน้าตัดขวางหรือในระหว่างกึ่งกลางของระยะทาง ระหว่างหน้าตัดขวางใดๆ ที่มีระยะห่างมากกว่า dx_{max} โดยอัตราการไหลกำหนดให้เป็นบวกใน แนวแกน X ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจะได้สมการต่อเนื่องของการไหลใหม่ดังนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (4)$$

จากสมการข้างต้นจะได้สมการของอัตราการไหลที่เป็นอนุพันธ์เทียบกับระยะทางใน แนวแกน X ซึ่งสามารถแก้สมการทางคณิตศาสตร์โดยวิธี 6-points Abbot-Scheme การพิจารณา อนุพันธ์ของสมการพื้นฐานที่ใช้ในแบบจำลอง แสดงได้ดังต่อไปนี้

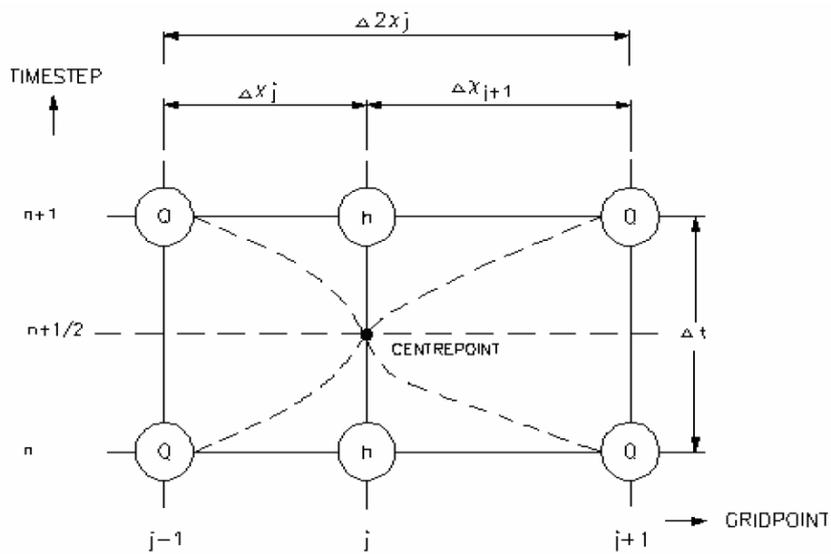


ภาพที่ 3 Computation Grid ของแต่ละหน้าตัดของลำน้ำ

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

1.2.1 Finite Difference Continuity Equation

จากสมการต่อเนื่องสามารถแทนค่าสมการด้วยรูปแบบของ Finite Difference โดยใช้วิธีการ 6-points Abbot-Scheme ดังแสดงในสมการ (1) และในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 จุดกึ่งกลางของสมการต่อเนื่องในรูปแบบของ 6-Point Abbot Scheme

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

จากสมการต่อเนื่องพื้นฐานในสมการ (1) เมื่อนำเทอมต่างๆ ในสมการดังกล่าวมาเขียนให้อยู่ในรูป Finite Difference จะได้ความสัมพันธ์ในแต่ละเทอมดังนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial x} \approx \frac{(Q_{j+1}^{n+1} + Q_{j+1}^n) - (Q_{j-1}^{n+1} + Q_{j-1}^n)}{2\Delta x_j} \quad (5)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} \approx \frac{(h_j^{n+1} - h_j^n)}{\Delta t} \quad (6)$$

เมื่อ $A_{0,j}$ คือ พื้นผิวดระหว่าง Grid Point j-1 และ j
 $A_{0,j+1}$ คือ พื้นผิวดระหว่าง Grid Point j และ j+1
 $2\Delta x_j$ คือ ระยะทางระหว่าง j-1 และ j+1

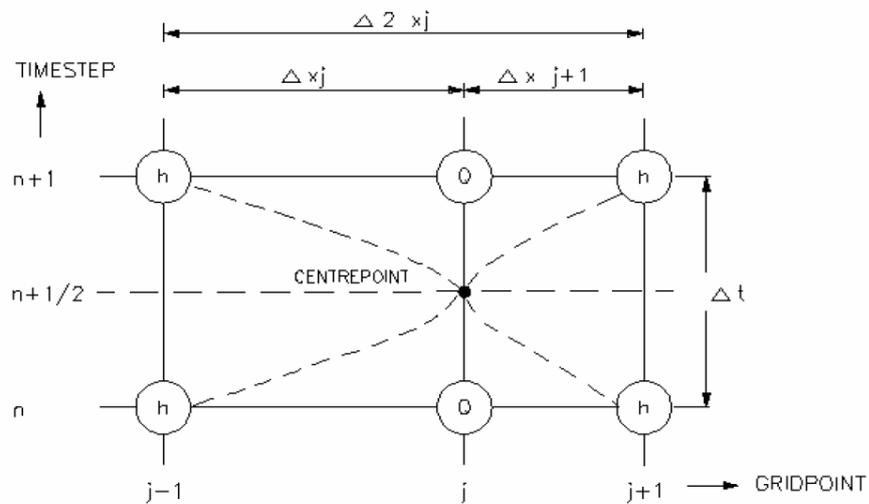
ทำการแทนค่าต่างๆ ลงในสมการต่อเนื่องและเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปแบบสมการเชิงเส้นได้ดังนี้

$$\alpha_j Q_{j-1}^{n+1} + \beta_j h_j^{n+1} + \gamma_j Q_{j+1}^{n+1} = \delta_j \quad (7)$$

เมื่อ α , β และ γ เป็นฟังก์ชันของ b และ δ ขึ้นอยู่กับ Q และ h ที่เวลา $t = n$ และ Q ที่เวลา $t = n+1/2$

1.2.2 Finite Difference Momentum Equation

จากสมการโมเมนตัมสามารถแทนค่าสมการด้วยรูปแบบของ Finite Difference โดยใช้วิธีการ 6-Points Abbot-Scheme ดังแสดงในสมการ (2) และในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงจุดกึ่งกลางของสมการ โมเมนต์ในรูปแบบของ 6-Point Abbot Scheme

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

จากสมการ โมเมนต์พื้นฐานในสมการ (2) เมื่อนำเทอมต่างๆ ในสมการดังกล่าวมาเขียนให้อยู่ในรูป Finite Difference จะได้ความสัมพันธ์ในแต่ละเทอมดังนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \approx \frac{(Q_j^{n+1} - Q_j^n)}{\Delta t} \tag{8}$$

$$\frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} \approx \frac{\left(\left[\alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j+1}^{n+\frac{1}{2}} - \left[\alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j-1}^{n+\frac{1}{2}} \right)}{2\Delta x_j} \tag{9}$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} \approx \frac{(h_{j+1}^{n+1} + h_{j+1}^n) - (h_{j-1}^{n+1} + h_{j-1}^n)}{2 \cdot 2\Delta x_j} \tag{10}$$

เมื่อนำสมการ โมเมนต์มาแปลงเป็น Quadratic Term จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้คือ

$$Q^2 \approx fQ_j^{n+1}Q_j^n - (f-1)Q_j^nQ_j^n \tag{11}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}\alpha_j &= f(A) \\ \beta_j &= f(Q_j^n, \Delta t, \Delta x, C, A, R) \\ \gamma_j &= f(A) \\ \delta_j &= f(A, \Delta x, \Delta t, \alpha, q, v, \phi, Q, h)\end{aligned}$$

การหาคำตอบของสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม ในรูปแบบสมการ 6-points Difference Equation จะประยุกต์ใช้วิธี Double Sweep Algorithm ในการเปลี่ยนรูปแบบของสมการเป็นสมการเชิงเส้น โดยการแทนค่า Q-Point และ h-Point ด้วยตัวแปร Z สามารถแสดงได้ดังสมการ (7) และ (11) โดยสามารถแสดงสมการทั้งสองโดยใช้ตัวแปรร่วมตามวิธีการของ Double Sweep Algorithm ดังนี้

$$\alpha_j Z_{j-1}^{n+1} + \beta_j Z_j^{n+1} + \gamma_j Z_{j+1}^{n+1} = \delta_j \quad (12)$$

เมื่อ Z คือ ตัวแปรร่วม (Common Variable) สำหรับอัตราการไหล (Q) และระดับน้ำ (h)

1.3 การวิเคราะห์การไหลแบบเหนือวิกฤต (Supercritical Flow)

การพิจารณาลักษณะการไหลแบบเหนือวิกฤตโดยการลดรูปสมการ โมเมนตัมในเทอมของค่าที่ไม่เป็นเส้นตรงซึ่งสมการโมเมนตัมสามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (13)$$

สมการ (13) มีความถูกต้องสำหรับในกรณีที่ปริมาณการไหลไม่เปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใดเมื่อเทียบกับเวลา โดยใช้วิธีหาคำตอบของสมการเช่นเดียวกับที่ใช้ในสภาพการไหลแบบใต้วิกฤต

1.4 ความต้านทานของท้องลำนํ้า

แบบจำลอง MIKE 11 จะทำการวิเคราะห์ความต้านทานของการไหลเนื่องจากความเสียดทานของท้องลำนํ้าได้สองวิธีดังนี้

1. วิธีของ Chezy สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$Q = AC\sqrt{RS} \quad (14)$$

เมื่อ Q = ปริมาณการไหล (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
 A = พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตารางเมตร)
 R = รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)
 C = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Chezy

2. วิธีของ Manning แสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \quad (15)$$

เมื่อ n = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Manning

Cunge et al.(1980) ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ของ Chezy's C และสัมประสิทธิ์ของ Manning's n ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} = MR^{1/6} \quad (16)$$

เมื่อ M = Manning Number ซึ่งมีค่าสัมมูลย์กัลป์สัมประสิทธิ์ของ Strickler

1.5 เงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition)

เงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลอง MIKE 11 จำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. เงื่อนไขขอบเขตภายใน (Internal Boundary Condition) ประกอบด้วย

ก. ความยาวของช่วงลำน้ำที่พิจารณา (Links of nodal points)

ข. อาคารชลศาสตร์ (Structures)

ค. ปริมาณการไหลภายใน (Internal flow)

ง. Wind Friction (ในกรณีที่พิจารณา)

2. เงื่อนไขขอบเขตภายนอก (External Boundary Condition) ประกอบด้วย

ในระบบของลำน้ำที่พิจารณาใดๆ จะต้องกำหนดเงื่อนไขของขอบเขตภายนอกที่หน้าตัดเริ่มต้นและหน้าตัดสุดท้ายของแบบจำลองทั้งทางด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ที่ไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับส่วนอื่น โดยกำหนดได้ดังนี้

ก. ระดับน้ำ (h) หรือปริมาณการไหล (Q) ซึ่งมีค่าคงที่

ข. ระดับน้ำ (h) หรือปริมาณการไหล (Q) ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time Varies Value)

ค. ความสัมพันธ์ของระดับน้ำ (h) และปริมาณการไหล (Q) ซึ่งเรียกว่า Rating Curve

สำหรับขอบเขตเงื่อนไขที่เหมาะสมกับกรณีศึกษานั้นขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพที่ใช้เป็นข้อมูลในแบบจำลองสามารถแบ่งออกได้เป็น

1. เงื่อนไขขอบเขตทางด้านเหนือน้ำ (Typical Upstream Boundary)

ประกอบด้วย

ก. ปริมาณน้ำที่คงที่ในอ่างเก็บน้ำ

ข. กราฟน้ำท่าของปริมาณการไหล (Discharge Hydrograph) ของเหตุการณ์

2. เงื่อนไขขอบเขตทางด้านท้ายน้ำ (Typical Downstream Boundary)

ประกอบด้วย

ก. ระดับน้ำคงที่

ข. ระดับน้ำคงที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

ค. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณการไหล (Rating Curve)

3. เงื่อนไขของควมมีเสถียรภาพ (Stability Conditions)

เพื่อทำให้เกิดเสถียรภาพและความถูกต้องในการแก้สมการโดย Finite Difference Scheme นั้น เงื่อนไขต่อไปนี้เป็นจะต้องได้รับการตอบสนอง

ก. ลักษณะทางกายภาพ (Topographic) ต้องมีความละเอียดเพียงพอที่จะทำให้การคำนวณระดับน้ำและปริมาณการไหลเป็นไปอย่างถูกต้อง ค่าที่มากที่สุดของ Δx ควรเลือกตามข้อเสนอแนะในข้อนี้

ข. ช่วงเวลา (Time step) (Δt) นั้นจะต้องละเอียดเพียงพอที่จะสร้างคลื่นน้ำท่วม (Wave) ที่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น Δt ที่มากที่สุดสำหรับการจำลองการขึ้นลงของน้ำทะเล (Tidal Simulation) โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 30 นาที

ค. ในกรณีที่มีอาคารทางชลศาสตร์นั้นจะเป็นต้องใช้ช่วงเวลา (Δt) น้อยๆ ในการคำนวณ

ง. Courant Condition ซึ่งแสดงดังสมการ (33) สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการเลือกช่วงเวลา ซึ่งจะช่วยให้เงื่อนไขทั้ง 3 ข้อ ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นได้รับการตอบสนอง โดยปกติแล้วค่าของ C_r นั้นอยู่ระหว่าง 10 ถึง 15 อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจมีค่าสูงกว่านี้ก็ได้เช่น สูงขึ้นไปจนถึง 100

$$C_r = \frac{\Delta t (v + \sqrt{gy})}{\Delta x} \leq 10 \text{ ถึง } 15 \quad (17)$$

จ. เงื่อนไขของความเร็วดังแสดงในสมการ (18) นั้น ในบางครั้งก็สามารถใช้เป็นตัวกำหนดช่วงเวลา Δt ได้ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดขวางอย่างมากมาย

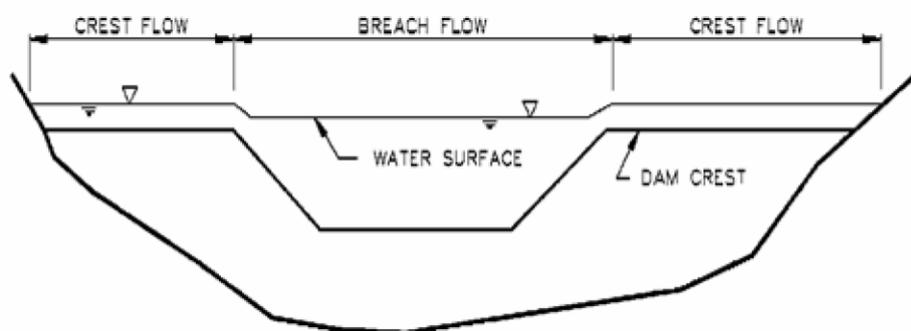
$$\frac{V\Delta t}{\Delta x} \leq 1 \text{ ถึง } 2 \quad (18)$$

2. แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module)

แบบจำลองย่อย DB ใช้ในการวิเคราะห์การพังทลายของเขื่อน โดยที่ลักษณะของการไหลของน้ำผ่านรอยแยกของเขื่อน กรณีสมมติเกิดการพังทลายของเขื่อน มีลักษณะคล้ายกับการไหลของน้ำผ่านฝายสันกว้าง (Broad-Crested Weir) แต่มีข้อแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ คือ

1. การไหลผ่านรอยแยกของเขื่อนนั้น ขนาดของเขื่อนมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เนื่องจากรอยแยกของเขื่อนมีการขยายขนาด ทำให้ความยาวของสันเขื่อนจะมีขนาดลดลงผลที่ตามมาคือ ไม่สามารถคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลและระดับน้ำบริเวณสันเขื่อนและบริเวณรอยแยกของการพังทลายได้

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลและระดับน้ำบริเวณสันเขื่อนและบริเวณรอยแยกของการพังทลายจะทำการคำนวณแยกออกจากกัน เนื่องจากขนาดหน้าตัดการไหลมีค่าไม่เท่ากันดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะการไหลของน้ำข้ามสันเขื่อนและรอยแยก

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

1.1 ลักษณะการพังทลายของเขื่อน

จากลักษณะการพังทลายของเขื่อนที่เกิดการขยายตัวเนื่องจากการกัดเซาะของรอยแยกที่เพิ่มขึ้น มีสาเหตุมาจากการพังที่เริ่มต้นได้ 2 ลักษณะ คือ

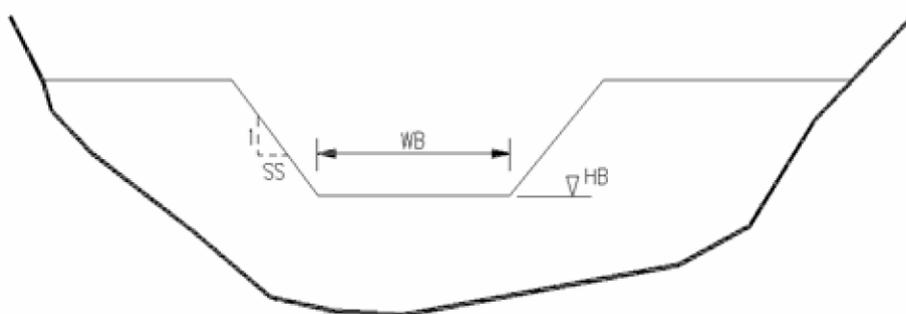
1. การพังเริ่มต้นที่เกิดขึ้นเกิดจากการไหลล้นของน้ำข้ามรอยแยก (Overtopping)
2. การพังเริ่มต้นที่เกิดจากการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อน (Piping) และเกิดการขยายตัวของหน้าตัดการพังไปสู่สภาวะการพังแบบการไหลล้นของน้ำข้ามรอยแยก

1.1.1 การพังเริ่มต้นที่เกิดขึ้นจากการไหลล้นของน้ำข้ามรอยแยก (Overtopping)

ก. รูปร่างของการพังเริ่มต้น (Breach Geometry)

รูปร่างการพังเริ่มต้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งในขณะที่เกิดการพังรูปร่างของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีขนาดและรูปร่างเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ที่สามารถแทนได้ด้วยค่าพารามิเตอร์ 3 ค่า คือ ระดับของท้องรอยแยกที่เพิ่มขึ้น (H_B) ความกว้างของท้องรอยแยกที่เกิดขึ้น (W_B) และความลาดชันด้านข้างของรอยแยกที่เกิดขึ้น (SS) (แนวราบ:แนวดิ่ง)

โดยที่ความลาดชันทั้งสองข้างของรอยแยกมีค่าเท่ากัน ดังแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งการขยายตัวของรอยแยกที่เกิดขึ้นสามารถหาได้จากฟังก์ชันหรือทำนายจากอัตราการพัฒนาตะกอนไหลผ่านรอยแตก

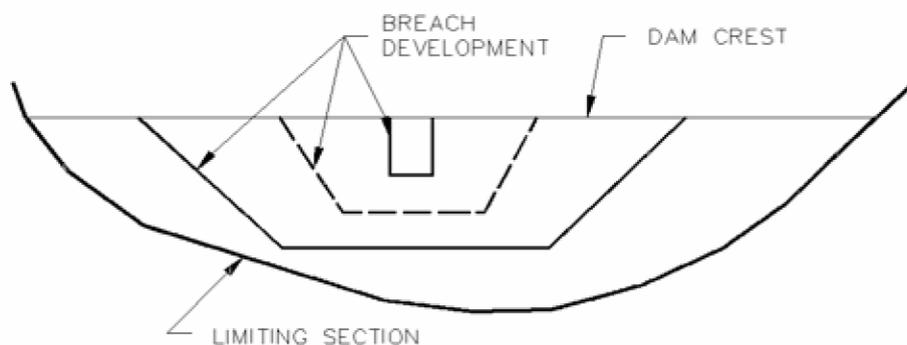


ภาพที่ 7 แสดงพารามิเตอร์ของรอยแยก

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

ข. การขยายตัวของรอยแยก

ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของรอยแยกจะถูกกำหนดด้วยอนุกรมของเวลาในข้อมูลขอบเขตด้านเข้าของแบบจำลอง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจุดเริ่มต้นของรอยแยกโดยที่สามารถคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของรอยแยกในระหว่างช่วงเวลาที่กำหนดได้ด้วยการหาค่าในระหว่างแบบเส้นตรง (Linear Interpolation) ดังแสดงในภาพที่ 8 การขยายตัวของรอยแยกเนื่องมาจากสาเหตุของการกัดเซาะของน้ำบริเวณรอยแยก (Erosion Based Breach Development)



ภาพที่ 8 ตัวอย่างแสดงรูปตัดการพังที่กำหนดเวลาที่ 0 และ 1 ชั่วโมง โดยเส้นประ คือ รูปตัดการพังที่กำหนดเวลาที่ครึ่งชั่วโมง

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

การคำนวณการเกิดการพังของรอยแยกจะต้องทำการกำหนดลักษณะรูปร่างของรอยแยกเริ่มต้นที่เกิดขึ้นและขนาดของรอยแยกสุดท้ายที่สามารถที่จะเกิดขึ้นได้ การขยายตัวของหน้าตัดการพังที่เกิดขึ้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาต่างๆ ขึ้นกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างตัวเขื่อนซึ่งสามารถวิเคราะห์โดยใช้สมการการเกิดการกัดเซาะของตะกอนโดยวิธี Engelund-Hansen การคำนวณการเกิดการขยายตัวจากการกัดเซาะของรอยแยกที่เพิ่มขึ้น โดยอาศัยหลักการของความต้านทานการไหลของน้ำผ่านรอยแยก

พิจารณาจากการคำนวณแรงเฉือนที่เกิดขึ้นโดยอาศัยสมการ Engelund-Hansen เปรียบเทียบกับแรงเฉือนวิกฤต (Critical Shear Stress) ที่กำหนด กรณีที่ค่าแรงเฉือนที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าแรงเฉือนวิกฤตแล้วจะเกิดการกัดเซาะของน้ำที่ไหลผ่านรอยแยกของหน้าตัดการพังขยายตัวเพิ่มขึ้น และจนกระทั่งแรงเฉือนที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับแรงเฉือนวิกฤตแล้วจะไม่เกิดการกัดเซาะหรือหยุดการขยายตัวของหน้าตัดการพัง

อัตราการเกิดการกัดเซาะของตะกอน คำนวณจากสมการของ Engelund-Hansen ได้ดังนี้

$$\frac{dH_b}{dt} = \frac{q_t}{L_b(1-\varepsilon)} \quad (19)$$

โดย H_b = ระดับของการพัง (เมตร)

Q_t = อัตราการเกิดการกัดเซาะ (ตารางเมตร/วินาที)

ε = ความพรุนของตะกอน

L_b = ความยาวรูปตัดการพังตามทิศทางการไหล (เมตร)

t = เวลา (วินาที)

การคำนวณจะไม่พิจารณาการขยายตัวของความกว้างของหน้าตัดการพัง เนื่องจากทฤษฎีของการเกิดการกัดเซาะของตะกอนมีลักษณะการเกิดการขยายตัวของรูปตัดการพัง ส่วนมากเกิดจากการกัดเซาะทางด้านข้างของรูปตัดการพังลงไปสู่ระดับที่ต่ำกว่า ดังนั้นจึงไม่พิจารณาการเกิดการกัดเซาะของตะกอนตามความยาวตามแนวสันเขื่อน ซึ่งพิจารณาโดยใช้อัตราการขยายตัวด้านข้างของรูปตัดการพังที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับการขยายตัวด้านกว้างของรูปตัดการพัง (dW_b) และการขยายตัวในแนวตั้งของการพังที่เกิดขึ้น (dH_b) ซึ่งกำหนดเป็นค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางด้านข้างของรอยแยก (Side erosion index, x) ได้โดย

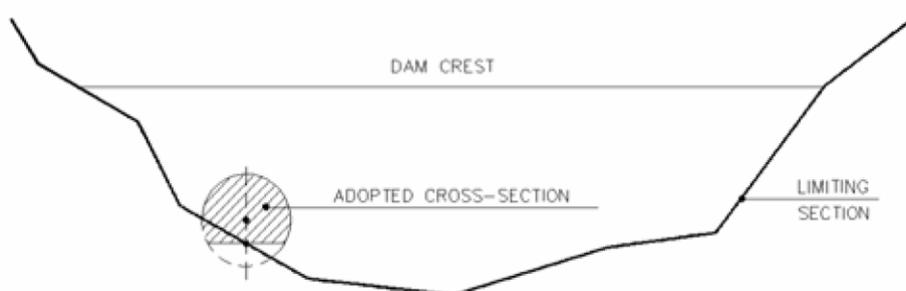
$$dW_b = 2 \times dH_b \quad (20)$$

โดยทั่วไปค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางด้านข้างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-1.0

1.1.2 การพังเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านตัวเขื่อน (Piping Failure)

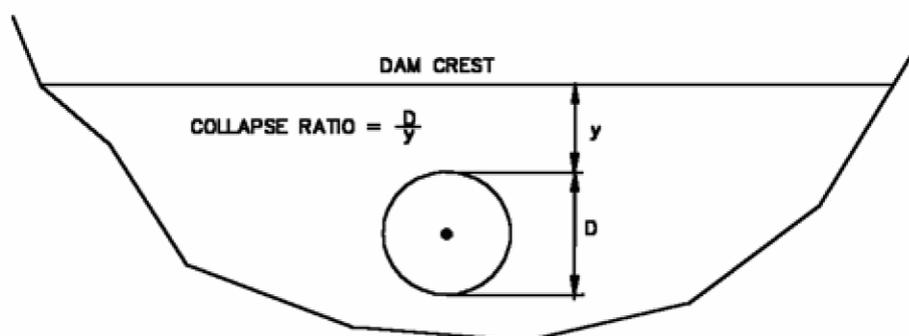
การพังลักษณะที่ 2 นี้เกิดขึ้นเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านตัวเขื่อน (Piping) โดยจะเกิดการกัดเซาะของดินตัวเขื่อนไหลปนมากับน้ำที่ไหลออกภายนอกตัวเขื่อน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการขยายตัวของการพังเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเกิดการพังในลักษณะที่เกิดจากการไหลของน้ำล้นข้ามสันเขื่อนเหมือนในกรณีแรกในที่สุด โดยตั้งสมมติฐานของการพังเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านตัวเขื่อน (Piping) เป็น 3 รูปแบบ คือ รูปร่างของการเกิด Piping เป็นวงกลม ลักษณะแนวของการเกิด Piping เป็นแนวราบ และลักษณะการไหลของน้ำผ่านต่อเป็นแบบการไหลเต็มต่อ

การกำหนดตำแหน่งศูนย์กลางของการเกิด Piping จะต้องไม่เกินหน้าตัดการพังสุดท้ายที่กำหนด ค่าพารามิเตอร์ทางด้านชลศาสตร์ของหน้าตัดดังกล่าวแสดงในภาพที่ 10 การพังที่เกิดขึ้นจะพิจารณาเป็นสัดส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อต่อระยะระหว่างสันเขื่อนและระดับหลังท่อ ดังแสดงในภาพที่ 11 รูปร่างของการพังแสดงดังภาพที่ 11 ความกว้างเริ่มต้นที่ระดับต่ำสุดจะเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของการเกิด Piping ระดับการพังเริ่มต้นจะเกิดที่ระดับกันท้อและขณะเดียวกันจะสมมติว่าเกิดการพัดพาของดินด้านบนของรูรั่วออกไปทางด้านท้ายน้ำ โดยจะขึ้นกับค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียของปริมาตร (Volume loss coefficient, f_{lost}) ซึ่งจะระบุถึงความสามารถในการพัดพาของตะกอนที่เกิดจากการกัดเซาะออกไปอย่างทันทีทันใดหลังจากเกิดการพัง ส่วนวัสดุที่เหลือก็จะตกจมอยู่ในส่วนล่างสุดของหน้าตัดการพัง ดังแสดงในภาพที่ 9



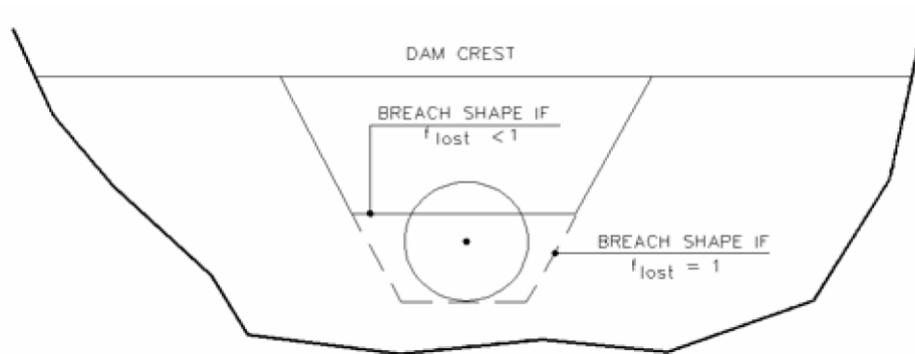
ภาพที่ 9 การกำหนดตำแหน่งของการเกิด Piping

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)



ภาพที่ 10 แสดงสัดส่วนของการพังจากการเกิด Piping

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)



ภาพที่ 11 รูปร่างหน้าตัดการพังทลายของเขื่อน
ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

พารามิเตอร์ที่พิจารณา ประกอบด้วย ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ระดับเริ่มต้นที่เกิดการพังและสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (k_s) เพื่อใช้สำหรับการคำนวณสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของดาร์ซี (f) ดังสมการ (21)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log_{10} \left(\frac{12R}{k_s} \right) \quad (21)$$

โดย R คือ รัศมีชลศาสตร์

ปริมาณการไหลของน้ำผ่านท่อ (Q_p) พิจารณาจากสมการ (22)

$$Q_p = A \sqrt{\frac{2g\Delta H}{\left(1.5 + \frac{fl}{4R}\right)}} \quad (22)$$

โดย A = หน้าตัดการไหล (ตารางเมตร)

l = ความยาวของการไหล (เมตร)

และ
$$\Delta H = h_1 - \max(h_2, z_{obv}) \quad (23)$$

ซึ่ง h_1 = ระดับน้ำทางด้านเหนือน้ำ (เมตร)
 H_2 = ระดับน้ำทางด้านท้ายน้ำ (เมตร)
 z_{obv} = ระดับหลังท่อ (เมตร)

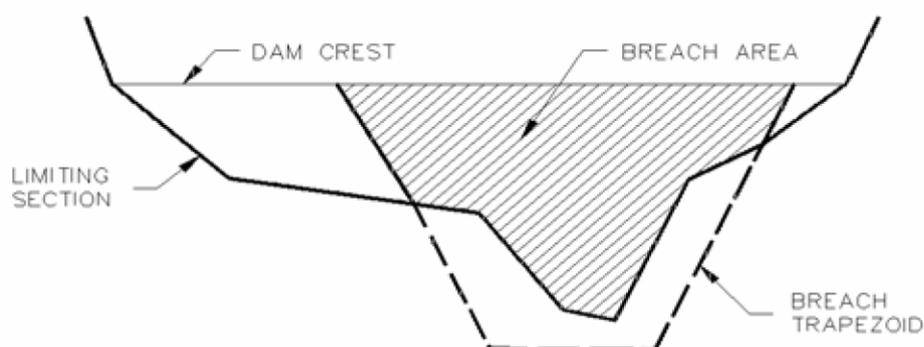
การขยายขนาดของรูปร่างการพังที่เกิดขึ้นจะอาศัยหลักการของการกัดเซาะของตะกอนซึ่งได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ความลึกของน้ำ y_p คำนวณจาก

$$y_p = \frac{\Delta H}{2} + D \quad (24)$$

โดย D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (เมตร)

1.2 การกำหนดหน้าตัดการพังสุดท้าย

หน้าตัดการพังสุดท้ายสามารถพิจารณาจากชั้นหินหรือระดับแนวสันเขาระดมชาติ เพื่อใช้ในการกำหนดหน้าตัดสุดท้ายที่สามารถเกิดการพังได้ ซึ่งเมื่อเกิดการพังที่หน้าตัดสุดท้ายจะทำให้การคำนวณปริมาณการไหลผ่านรูปตัดการพังโดยพิจารณาพื้นที่หน้าตัดการไหลในลักษณะสี่เหลี่ยมคางหมูที่อยู่เหนือระดับการพังสุดท้ายที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 หน้าตัดการพังภายหลังที่เกิดการพังทลายของเขื่อน

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

1.3 การคำนวณปริมาณการไหลของน้ำผ่านตัวเขื่อนและรอยแยก

ปริมาณการไหลของน้ำผ่านสันเขื่อนและรอยแยกแตกต่างกันขึ้นกับค่าระดับความสูงของน้ำบนสันเขื่อนและระดับความสูงของน้ำที่เกิดขึ้นที่รอยแยก การคำนวณการไหลของน้ำผ่านรอยแยกพิจารณาจากความสูญเสียของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าจากสมการต่อไปนี้

$$\Delta H = \zeta \frac{V^2 bc}{2g} = \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(h_{bc} + \frac{V^2 bc}{2g} \right) \quad (25)$$

โดย h_1 = ระดับน้ำทางด้านเหนือน้ำ (ม.รทก.)
 V_1 = ความเร็วที่ระดับ h_1 (เมตร/วินาที)
 V_{bc} = ความเร็วการไหลวิกฤตผ่านรอยแยก (เมตร/วินาที)
 h_{bc} = ระดับน้ำในรอยแยกที่ความเร็ววิกฤต (ม.รทก.)
 ζ = สัมประสิทธิ์การสูญเสียที่เกิดขึ้น

สมการข้างบนมีค่าที่ไม่ทราบ 2 ค่า คือ h_{bc} และ V_{bc} ซึ่งสามารถหาคำตอบได้ โดยการคำนวณซ้ำ สำหรับในกรณีการไหลแบบวิกฤตสามารถคำนวณหาปริมาณการไหลได้จากสมการ

$$Q_{bc} = A_{vc} V_{bc} \quad (26)$$

ซึ่งสามารถจำแนกการพิจารณาตามลักษณะการไหลแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.3.1 พิจารณาการไหลเป็นแบบ Zero Flow

กรณีที่ระดับของน้ำทางด้านเหนือน้ำและทางด้านท้ายน้ำมีระดับต่ำกว่าระดับต่ำสุดของรอยแยกที่เกิดขึ้นจึงไม่มีน้ำไหลล้นข้าม ดังนั้นสัมประสิทธิ์ของสมการโมเมนต์มีค่าดังนี้คือ α , γ และ δ เท่ากับ 0 และ β เท่ากับ 1

การพิจารณาการไหลเป็นแบบอิสระ (Free Flow) พิจารณาจากสมการ

$$\left(h_{bc} + \frac{V^2 bc}{2g} \right) - \left(h_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right) \geq \zeta \frac{V_{bc}^2}{2g} \quad (27)$$

สัมประสิทธิ์การไหลแบบอิสระ (Free Flow) พิจารณาจากสมการ

$$Q_b = (h_1 - h_b) \sqrt{\frac{2g}{(h_1 - h_b) \left(\frac{1 + \zeta_1}{A_b} - \left(\frac{Q}{Q_b} \right)^2 \frac{1}{A_1^2} \right)}} \quad (28)$$

โดย b หมายถึง รอยแยก (Breach)

$$\alpha_b = -a/\gamma_q$$

$$\beta = 1$$

$$\gamma_b = 0$$

$$\delta_b = -a \cdot hp / \alpha_q$$

เมื่อ

$$\alpha_q = \sqrt{\frac{2g}{(h_1 - h_b) \left(\frac{1 + \zeta_1}{A_b} - \left(\frac{Q}{Q_b} \right)^2 \frac{1}{A_1^2} \right)}} \quad (29)$$

1.3.2 กรณีการไหลเป็นแบบจม (Drowned Flow)

$$\left(h_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(h_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right) = \zeta \frac{V_b^2}{2g} + \zeta \frac{V_b^2}{2g} \quad (30)$$

และ

$$h_b = \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \zeta \frac{V_b^2}{2g} + \zeta \frac{V_b^2}{2g} \quad (31)$$

สัมประสิทธิ์การไหลแบบ Drowned Flow พิจารณาจากสมการ

$$Q_b = (h_1 - h_2) \sqrt{\frac{2g}{(h_1 - h_b) \left(\frac{\zeta_1}{A_b} - \left(\frac{Q}{Q_b} \right)^2 \frac{1}{A_1^2} \right)}} \quad (32)$$

โดย b หมายถึง รอยแยก (Breach)

$$\alpha_b = -b$$

$$\beta_b = 1$$

$$\gamma_b = B$$

$$\delta_b = 0$$

เมื่อ

$$b = \sqrt{\frac{2g}{(h_1 - h_b) \left(\frac{\zeta_1}{A_b} - \left(\frac{Q}{Q_b} \right)^2 \frac{1}{A_1^2} \right)}} \quad (33)$$

สัมประสิทธิ์การไหลรวม

$$\alpha = \alpha_c + \alpha_b$$

$$\beta = 1$$

$$\gamma = \gamma_c + \gamma_b$$

$$\delta = \delta_c + \delta_b$$

โดย b คือ รอยแยก (Breach)

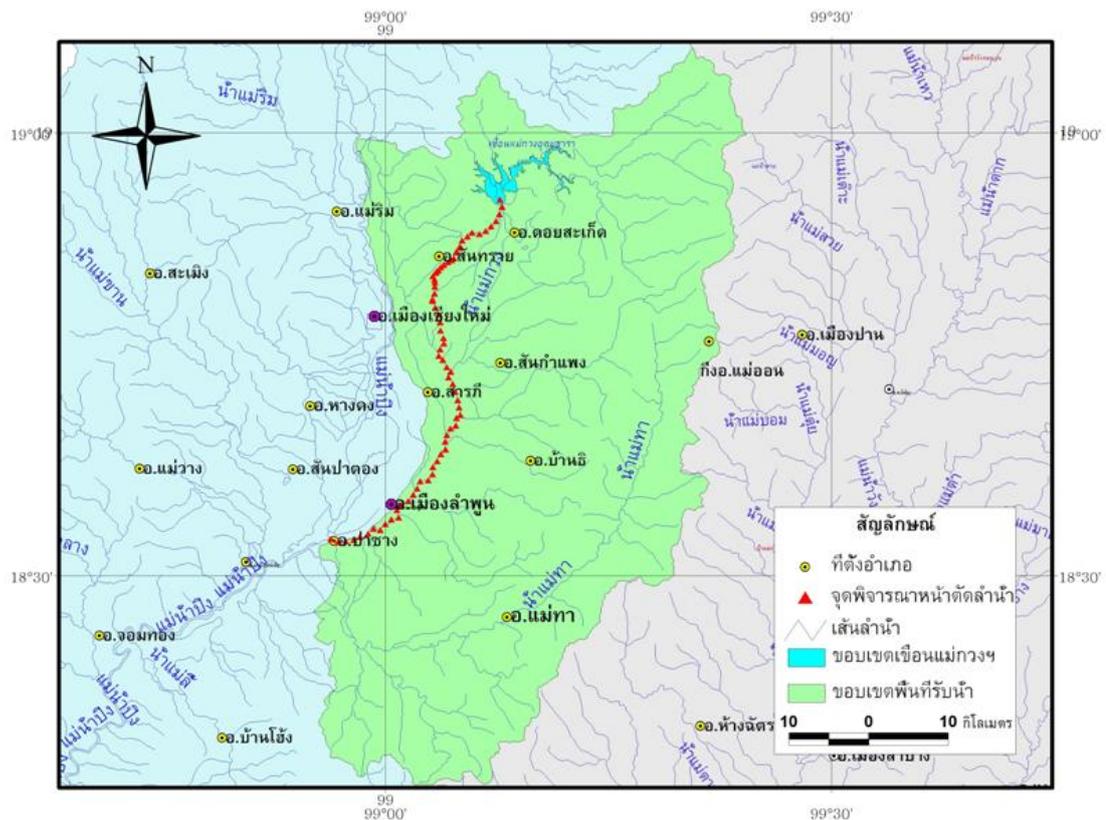
c คือ สันเขื่อน (Crest)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมเครื่องพิมพ์ 1 ชุด
2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 พร้อมคู่มือ
3. แผนที่ภูมิประเทศบริเวณท้ายน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
4. รูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของแม่น้ำทางด้านท้ายน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา
5. ข้อมูลลักษณะโครงการเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ขนาดของตัวเขื่อน และอาคารประกอบ รวมทั้งคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการสร้างตัวเขื่อน
6. เครื่องมือวัดพื้นที่ลุ่มน้ำ (Planimeter)
7. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล เช่น แผ่นดิสก์ เป็นต้น
8. อุปกรณ์สำนักงาน เช่น กระดาษ เป็นต้น

1.2. รูปตัดตามขวางของแม่น้ำแม่กวาง ซึ่งได้รวบรวมจากกรมชลประทาน ข้อมูลรูปตัดขวางของแม่น้ำแม่กวางเริ่มตั้งแต่เขื่อนแม่กวางอุดมธารา ซึ่งตั้งอยู่ที่ อำเภอคอยสะเกิด จังหวัด เชียงใหม่ จนถึงจุดบรรจบกับแม่น้ำปิงที่ อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน รวมทั้งสิ้น 76 รูปตัดขวาง ซึ่งสำรวจโดยกรมชลประทานเมื่อปี พ.ศ. 2540 ตำแหน่งต่างๆ ของรูปตัดขวางแสดงดังภาพที่ 14



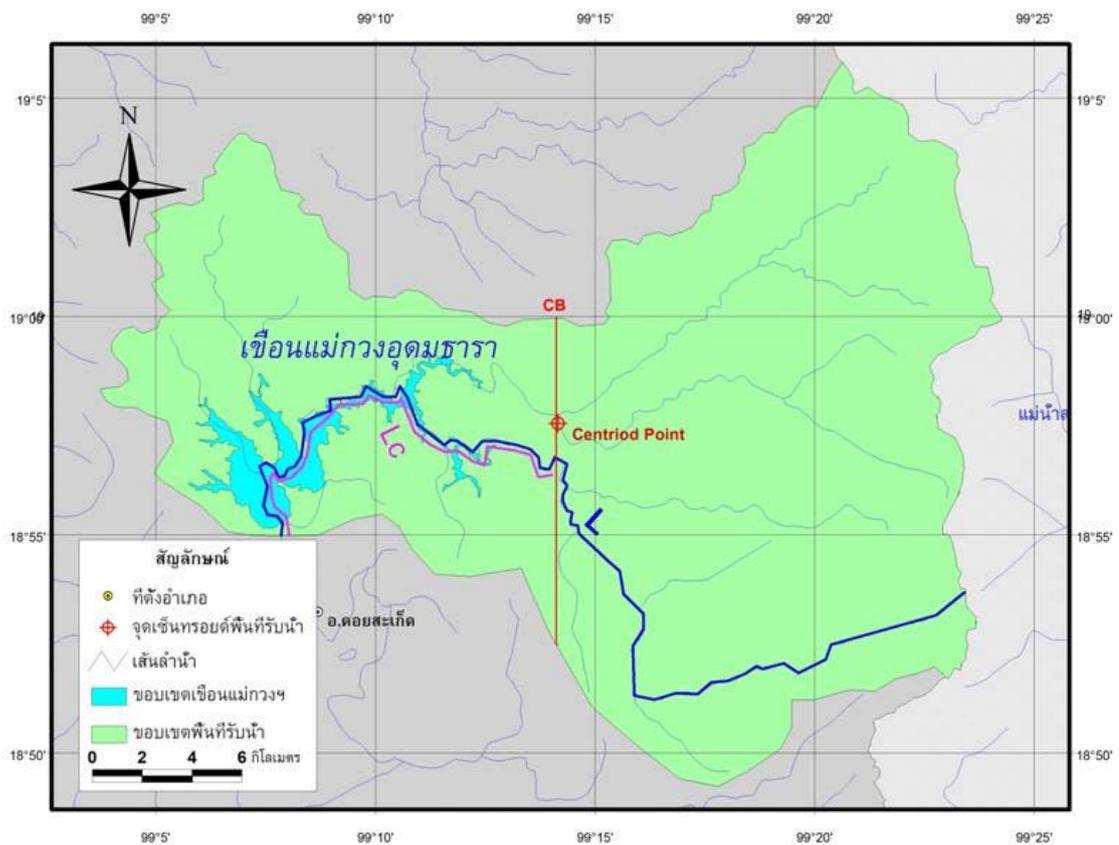
ภาพที่ 14 ตำแหน่งต่างๆของรูปตัดขวางของแม่น้ำแม่กวาง

1.3. ข้อมูลรายละเอียดลักษณะโครงการเขื่อนแม่กวางอุดมธารา ขนาดของตัวเขื่อน และอาคารประกอบดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก

2. การประเมินกราฟน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF)

ทำได้โดยการหาคูณลักษณะของกลุ่มน้ำเหนือเขื่อนแม่กวางอุดมธาราทำได้โดยการวัดค่าต่างๆ ในลุ่มน้ำประกอบไปด้วย พื้นที่รับน้ำเหนือเขื่อนแม่กวางอุดมธารา ซึ่งมีขนาดพื้นที่รับน้ำเท่ากับ 572.6 ตารางกิโลเมตร ความยาวลำน้ำที่ไกลที่สุด $L = 42.66$ กิโลเมตร จุดศูนย์กลางถ่วง (Center

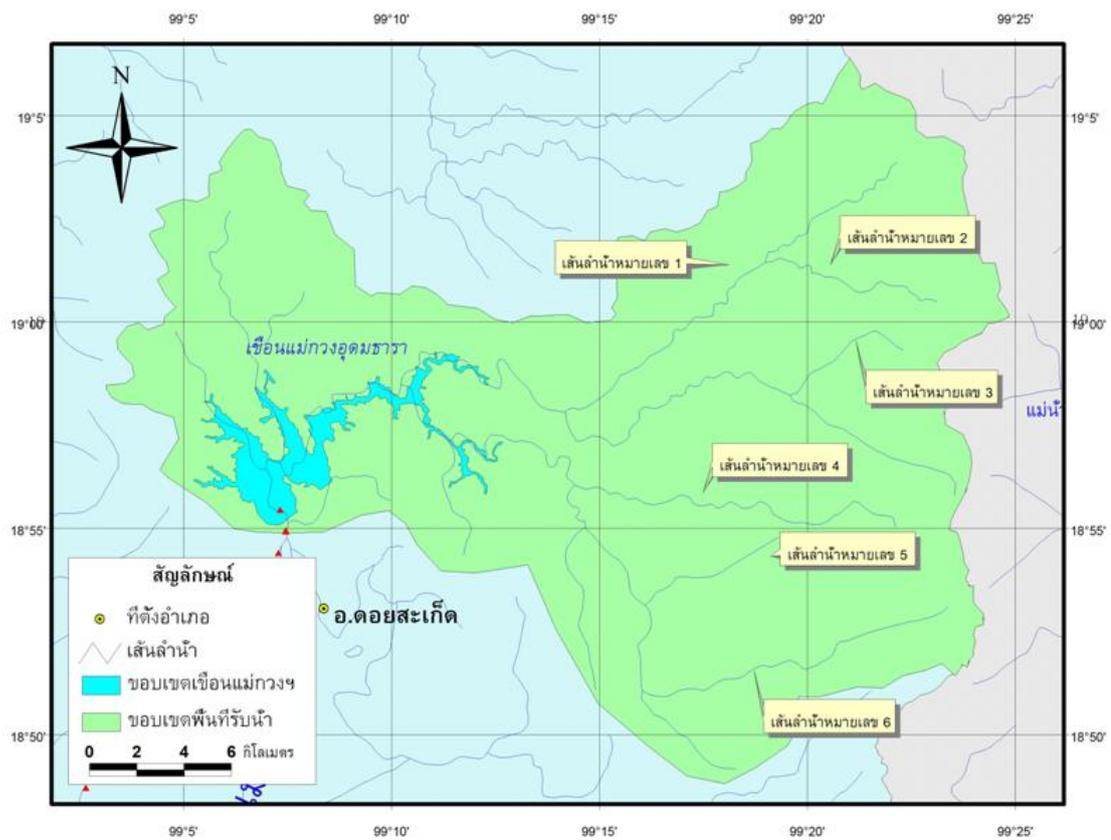
of Gravity) ของพื้นที่รับน้ำ ความยาวตามลำน้ำจากจุดออกจนถึงจุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) ของพื้นที่รับน้ำ $L_c = 18.262$ กิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 15 และความชันในพื้นที่จากการเฉลี่ยความชันลำน้ำในพื้นที่รับน้ำทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 16 ซึ่งได้ค่าความชันของพื้นที่รับน้ำเท่ากับ 0.00140 ดังตารางที่ 5 แล้วนำไปใช้ในการคำนวณการหาค่ากราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วยด้วยวิธีการของ Snyder ต่อไป



ภาพที่ 15 คุณลักษณะของกลุ่มน้ำเหนือเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดการคำนวณเพื่อหาความชันของพื้นที่รับน้ำ

เส้นลำน้ำที่	ระดับความสูงที่แตกต่าง (ม.)	ความยาวลำน้ำ (ม.)	ค่าความชันเฉลี่ย
1	50	35,705	0.0014
2	90	35,817	0.0025
3	90	35,937	0.0025
4	70	38,542	0.0018
5	40	35,346	0.0011
6	60	41,361	0.0015
ค่าเฉลี่ย			0.0018



ภาพที่ 16 แสดงเส้นลำน้ำที่ทำกรวัดความยาวลำน้ำเพื่อหาค่าความชันเฉลี่ย

3. การจำลองการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อน

การจำลองการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราโดยใช้แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module) ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 จะต้องทำการพิจารณาลักษณะการพังทลายและใช้แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD Module) เพื่อพิจารณาพลศาสตร์การไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำ โดยพิจารณาข้อสมมติดังต่อไปนี้

- 1) คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นตัวแทนของเขื่อนโดยสมมติว่าเป็นชนิดเดียวกันกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นแกนเขื่อน (Core Zone)
- 2) การเกิดรอยแยกของเขื่อนเนื่องมาจากการกัดเซาะจากการไหลของน้ำผ่านรอยแยก
- 3) การลดลงของระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำที่ไหลออกผ่านรอยแยกที่เกิดขึ้นเท่านั้น
- 4) รูปตัดลำน้ำทางด้านท้ายน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลงสำหรับแต่ละหน้าตัด

จากการศึกษาจากข้อมูลที่ได้เคยมีการศึกษาในอดีต สามารถจำแนกสาเหตุการพังทลายของเขื่อนออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- 1) การเริ่มพังทลายอันเนื่องมาจากสาเหตุจากการไหลของน้ำล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)
- 2) การเริ่มพังทลายที่มีสาเหตุจากการเกิดรูรั่วของเขื่อน (Piping) ซึ่งเมื่อเกิดการขยายตัวของรูรั่วมากขึ้น ลักษณะการพังที่เกิดขึ้นจะพัฒนาเป็นลักษณะการไหลของน้ำผ่านรอยแยก โดยสมมติว่าเกิดการพัดพาของดินส่วนบนของรูรั่วออกไปทางด้านท้ายน้ำ แล้วพิจารณาการไหลเป็นลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อนต่อไป

3.1. แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module)

ในการสร้างแบบจำลอง (Model Setup) ในส่วนของแบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module) นั้นจะต้องมีการนำข้อมูลขนาดของตัวเขื่อน และคุณสมบัติของแกนเขื่อนมาใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง ดังนี้

- 1) ข้อมูลขนาดของตัวเขื่อน และคุณสมบัติของแกนเขื่อน แสดงดังตารางที่ 6
- 2) พารามิเตอร์และเงื่อนไขเริ่มต้น (Parameter and Initial Condition) ซึ่งกำหนดเป็นค่าคงที่ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ข้อมูลขนาดของตัวเขื่อนและคุณสมบัติของวัสดุแกนเขื่อนแม่กวางอุดมธาราที่ใช้ในแบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module)

ข้อมูล	พารามิเตอร์
<u>ข้อมูลขนาดตัวเขื่อน</u>	
- ความลาดชันทางด้านเหนือน้ำ	1 : 2.8
- ความลาดชันทางด้านท้ายน้ำ	1 : 2.4
- ความกว้างสันเขื่อน (เมตร)	10
<u>ข้อมูลคุณสมบัติของแกนเขื่อน</u>	
- ขนาดอนุภาคของเม็ดดิน (มิลลิเมตร)	0.01 – 0.002
- ความถ่วงจำเพาะ	2.6
- ความพรุน	0.4

ตารางที่ 7 พารามิเตอร์สำหรับการพังทลายของเขื่อน

ข้อมูล	พารามิเตอร์
<u>ขอบเขตสำหรับการพังทลายของเขื่อน</u>	
- ระดับสุดท้ายของรอยแยก	+340.00 ม.รทก.
- ระดับน้ำในอ่างเริ่มต้น (ที่ระดับเก็บกักสูงสุด)	+387.80 ม.รทก.
- ความกว้างสุดท้ายด้านล่างของรอยแยก	400 ม.
<u>การเริ่มพังจากการไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)</u>	
- ระดับเริ่มต้นของรอยแยก	+390.00 ม.รทก.
<u>การเริ่มพังจากการเกิดการกัดเซาะ (Piping)</u>	
- ระดับเริ่มต้นของรูรั่ว	+370.00 ม.รทก.
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูรั่วเริ่มต้น	1 เมตร
- สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n	0.025

3.2. การจำลองการไหลทางด้านท้ายน้ำ

3.2.1. การสร้างแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลองการไหลทางด้านท้ายน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา นั้นจะต้องทำการกำหนดที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำที่ตำแหน่ง กม. 0+000 ของแม่น้ำแม่กวง โดยใช้ข้อมูลโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง พื้นที่-ความจุ-ระดับน้ำ (Area-Volume-Elevation Curve) ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา แสดงในภาคผนวก ก และใช้ข้อมูลรูปตัดลำน้ำของแม่น้ำแม่กวงในการจำลองสภาพน้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

3.2.2. ขอบเขตเงื่อนไขทางด้านเหนือน้ำ

กำหนดขอบเขตเงื่อนไขทางด้านเหนือน้ำที่ตำแหน่ง กม. 0+000 เป็นปริมาณน้ำที่ได้จากผลการจำลองการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ที่ได้รับปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF)

3.2.3. ขอบเขตเงื่อนไขทางด้านท้ายน้ำ

กำหนดขอบเขตเงื่อนไขทางด้านท้ายน้ำที่ตำแหน่ง กม. 64+000 อยู่ที่ระดับ +290.00 ม.รทก. ซึ่งเป็นระดับสูงสุดของตลิ่งที่หน้าตัดสุดท้ายของแม่น้ำแม่กวง

3.2.4. ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง

ในการจำลองการไหลทางด้านท้ายน้ำ ได้ทำการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งจาก “รายงานการศึกษาความเหมาะสมและการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา จังหวัดเชียงใหม่” (กรมชลประทาน, 2544) โดยได้ทำการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งในลำน้ำแม่กวงได้เท่ากับ 0.03

4. การกำหนดกรณีศึกษา

การกำหนดกรณีศึกษาเป็นการกำหนดรูปแบบของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราที่มีผลทำให้รูปแบบของปริมาณการไหลผ่านรอยแยกมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยจะต้องทำการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการขยายตัวของรอยแยกซึ่งจะทำให้ปริมาณการไหลผ่านรอยแยกที่เกิดจากการพังทลายของตัวเขื่อนแตกต่างกันไปด้วย

ค่าพารามิเตอร์ที่ได้ทำการพิจารณาในการพังทลายของเขื่อน ได้แก่ ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , B) และค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) การกำหนดค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่านี้ จะทำให้รอยแยกที่เกิดจากการพังทลายของเขื่อนเกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบคือ รอยแยกรูปสี่เหลี่ยมคางหมู รอยแยกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และรอยแยกรูปสามเหลี่ยม

การศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ได้กำหนดกลุ่มของกรณีศึกษาเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ การเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) และการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping)

1. กลุ่มหลักของกรณีศึกษาที่ 1 การเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)

กลุ่มหลักของกรณีศึกษาที่ 1 นี้ได้มีการแบ่งการศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อยทั้งหมด 3 กลุ่มย่อยตามจำนวนค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดรูปแบบของรอยแยก ดังนี้

1.1. กลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) การเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) นี้จะทำให้เกิดรูปแบบของรอยแยกได้ 2 รูปแบบคือ สี่เหลี่ยมคางหมู และ สามเหลี่ยม กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 1.1. นี้มีทั้งสิ้น 6 กรณีศึกษา นี้แสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)

กรณีศึกษา	ความลาดชันของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (ม.)	รูปร่างการพัง
1.1.1	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
1.1.2	1 : 3.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
1.1.3	1 : 5.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
1.1.4	1 : 1.00	-	0	สามเหลี่ยม
1.1.5	1 : 3.00	-	0	สามเหลี่ยม
1.1.6	1 : 5.00	-	0	สามเหลี่ยม

1.2. กลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) นี้จะทำให้เกิดรูปแบบของรอยแยกได้ 2 รูปแบบคือ สี่เหลี่ยมคางหมู และสี่เหลี่ยมผืนผ้า 6 กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 1.2. นี้มีทั้งสิ้น 6 กรณีศึกษา นี้ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)

กรณีศึกษา	ความลาดชันของ รอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้าง เริ่มต้นของรอย แยก (ม.)	รูปร่างการพัง
1.2.1	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
1.2.2	1 : 1.00	3.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
1.2.3	1 : 1.00	5.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
1.2.4	-	1.0	100	สี่เหลี่ยมผืนผ้า
1.2.5	-	3.0	100	สี่เหลี่ยมผืนผ้า
1.2.6	-	5.0	100	สี่เหลี่ยมผืนผ้า

1.3. กลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) การเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) นี้จะทำให้เกิดรูปแบบของรอยแยกได้ 2 รูปแบบคือ สี่เหลี่ยมคางหมู และสี่เหลี่ยมผืนผ้า กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 1.3. นี้มีทั้งสิ้น 6 กรณีศึกษา นี้ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)

กรณีศึกษา	ความลาดชันของ รอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้าง	
			เริ่มต้นของรอย แยก (ม.)	รูปร่างการพัง
1.3.1	1 : 1.00	1.0	10	สี่เหลี่ยมคางหมู
1.3.2	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
1.3.3	1 : 1.00	1.0	200	สี่เหลี่ยมคางหมู
1.3.4	-	1.0	10	สี่เหลี่ยมผืนผ้า
1.3.5	-	1.0	100	สี่เหลี่ยมผืนผ้า
1.3.6	-	1.0	200	สี่เหลี่ยมผืนผ้า

2. กลุ่มหลักของกรณีศึกษาที่ 2 การเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping)

เนื่องจากการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) จะมีการเปลี่ยนแปลงของรอยแยกจากรูรั่วไปสู่การไหลล้นข้ามสันเขื่อน ดังนั้นรูปร่างของรอยแยกหลังจากการเปลี่ยนไปสู่การไหลล้นข้ามสันเขื่อนได้ทำการจำลองในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด คือ สี่เหลี่ยมคางหมู ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดรูปร่างของสี่เหลี่ยมคางหมูหลังจากการเปลี่ยนไปสู่การไหลล้นข้ามสันเขื่อนมี 2 ค่า ทำให้แบ่งกลุ่มย่อยได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1. กลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) การเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) นี้รูปแบบที่จะทำการพิจารณา คือ สี่เหลี่ยมคางหมู กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 2.1. นี้มีทั้งสิ้น 3 กรณีศึกษา นี้ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)

กรณีศึกษา	ความลาดชัน ของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , X	ความกว้าง เริ่มต้นของรอย แยก (ม.)	รูปร่างการพัง
2.1.1	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
2.1.2	1 : 3.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
2.1.3	1 : 5.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู

2.2. กลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) นี้รูปแบบที่จะทำการพิจารณา คือ สี่เหลี่ยมคางหมู กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 2.2. นี้มีทั้งสิ้น 3 กรณีศึกษา นี้ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 กรณีศึกษาในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะ
ด้านข้าง (Side Erosion Index , x)

กรณีศึกษา	ความลาดชันของ รอยแยก , ss	Side Erosion Index , X	ความกว้าง เริ่มต้นของรอย แยก (ม.)	รูปร่างการพัง
2.2.1	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
2.2.2	1 : 1.00	3.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู
2.2.3	1 : 1.00	5.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู

5. การจัดทำแผนที่น้ำท่วม

การกำหนดขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำกรณีสมมติเกิดการพังทลายของ
เขื่อนแม่กวงอุดมธารานั้น ได้ใช้แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร เป็น
แผนที่มาตรฐานในการสร้างแผนที่น้ำท่วมด้วยวิธีทางอุทกวิทยา และชลศาสตร์ (Hydrological and
Hydraulic Approach)

การสร้างแผนที่น้ำท่วมด้วยวิธีการทางอุทกวิทยา และชลศาสตร์ ต้องการข้อมูลที่สำคัญ
2 ชนิด ประกอบด้วย ข้อมูลรูปตัดตามขวางของลำน้ำ (Crosssection Data) และข้อมูลระดับน้ำสูงสุด
(Maximum Water Level) ของแต่ละรูปตัดขวางลำน้ำ ที่ได้จากแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD
Module) และข้อมูลเส้นชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศเพื่อใช้ในการต่อระดับความสูงจากตลิ่ง
ซ้าย และขวาของรูปตัดขวางลำน้ำออกไปด้านข้าง สำหรับใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบกับระดับ
น้ำสูงสุดที่คำนวณได้จากแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD Module) ในแต่ละรูปตัดขวางลำน้ำ
ในการสร้างแผนที่น้ำท่วมจะพิจารณาเฉพาะรูปตัดขวางที่มีการไหลล้นตลิ่ง คือ มีระดับน้ำสูงสุดสูง
กว่าระดับตลิ่งด้านใดด้านหนึ่งของแม่น้ำ จากนั้นในหน้าตัดหนึ่งๆ จะพิจารณาดำเนินการที่มีระดับภูมิ
ประเทศเท่ากับระดับน้ำสูงสุดทั้งสองด้านของแม่น้ำ เมื่อต่อจุดดังกล่าวในแต่ละหน้าตัดที่มีการไหล
ล้นตลิ่ง ผลลัพธ์ที่ได้คือ พื้นที่น้ำท่วมของพื้นที่สองฝั่งแม่น้ำที่ทำการศึกษา

การศึกษาการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีสมมติเกิดการพังทลายของ
เขื่อนแม่กวงอุดมธารานี้ พิจารณากำหนดพื้นที่น้ำท่วมโดยเลือกแสดงเฉพาะกรณีที่เกิดความรุนแรง
ที่สุดมาแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม

ผล และวิจารณ์

กราฟน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้

ผลการศึกษากราฟน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF) ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ การศึกษากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าจากวิธีดัดแปลง Snyder และการหากราฟปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF)

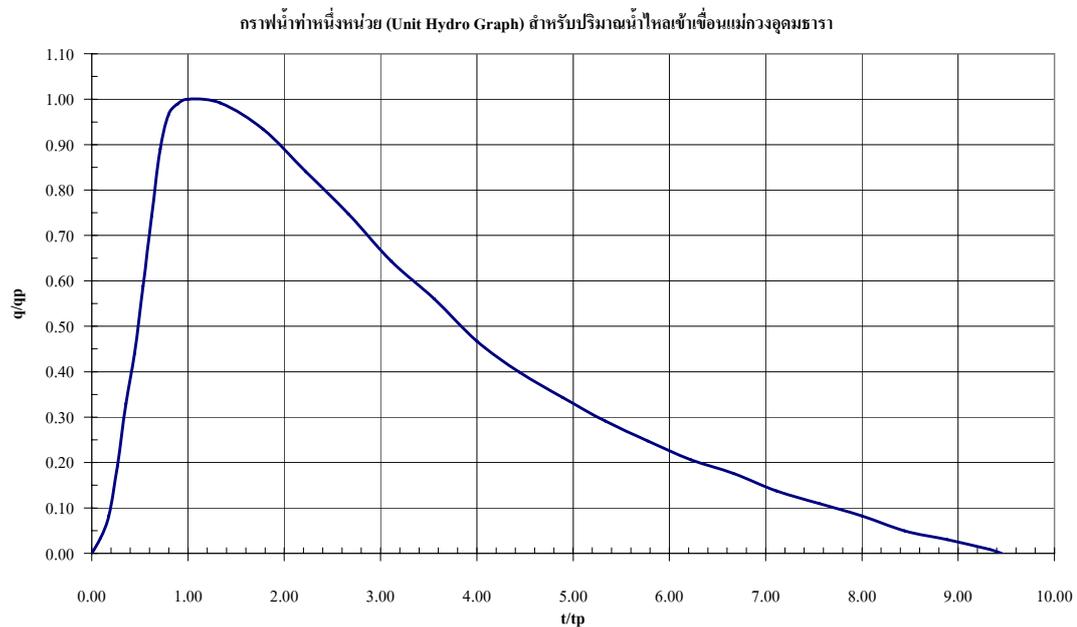
1. ผลจากการหากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าจากวิธีดัดแปลง Snyder

การศึกษากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ได้เลือกใช้ค่าพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำและลำน้ำที่ได้จากการศึกษาในวิทยานิพนธ์เรื่อง “การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคเหนือของประเทศไทย” (ชวัช, 2530) โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำและลำน้ำที่นำมาใช้นั้นเป็นของ ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน ซึ่งให้ใช้ความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$t_p = 1.89533 \left(\frac{LL_c}{\sqrt{S}} \right)^{0.17263}$$

$$\frac{q_p}{A} = 1.36404 (t_p)^{-0.62414}$$

จากการศึกษากราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วยด้วยวิธีการปรับแก้แบบ Snyder ทำให้ได้กราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วย ดังแสดงในภาพที่ 17 เพื่อนำไปใช้ในการสร้างกราฟน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood, PMF) ต่อไป



ภาพที่ 17 กราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วยสำหรับปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนแม่กวงอุดมธาราที่วิเคราะห์ได้จากวิธีการของ Snyder

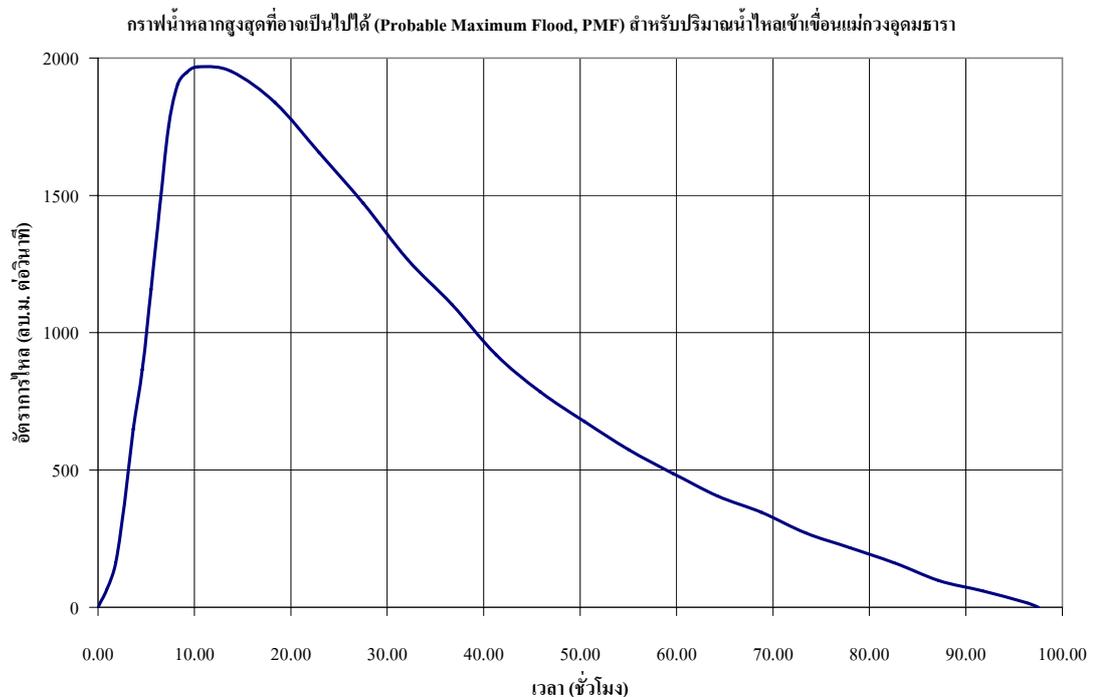
2. ผลจากการหากราฟปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF)

จากการวิเคราะห์ในรายงาน “การศึกษาความเหมาะสม และการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา จังหวัดเชียงใหม่” ได้พบว่า อัตราน้ำหลากที่รอบปีต่างๆ เป็นดังนี้

รอบปีการเกิด (ปี)	อัตราการหลาก (ลบ.ม./วินาที)
50	861
100	1,065
PMF	1,968

ที่มา : รายงานการศึกษาความเหมาะสมและศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา จังหวัดเชียงใหม่

จากการศึกษากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่ได้จากวิธีการของ Snyder ทำให้สามารถสร้างกราฟน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF) ดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 กราฟน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF) สำหรับปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

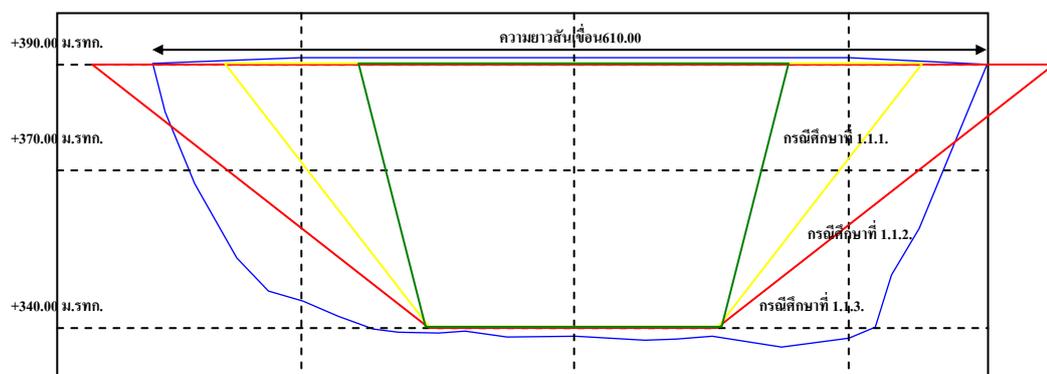
การศึกษาการพังทลายของเขื่อน

การศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารานั้นได้สมมติสถานะเริ่มต้นของการเกิดการพังของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา โดยกำหนดระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเริ่มต้นอยู่ที่ระดับเก็บกักสูงสุดคือ +387.80 ม.รทก. และเริ่มเกิดการพังทลายเมื่อระดับน้ำอยู่ในระดับเดียวกับสันเขื่อน คือ +390.00 ม.รทก. เนื่องจากปริมาตรเก็บกักของเขื่อนมีความจุมาก ดังนั้นจึงได้พิจารณาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood , PMF) และได้แบ่งกลุ่มหลัก ของการพังทลายออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มการเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) และกลุ่มการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping)

1. กลุ่มการเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)

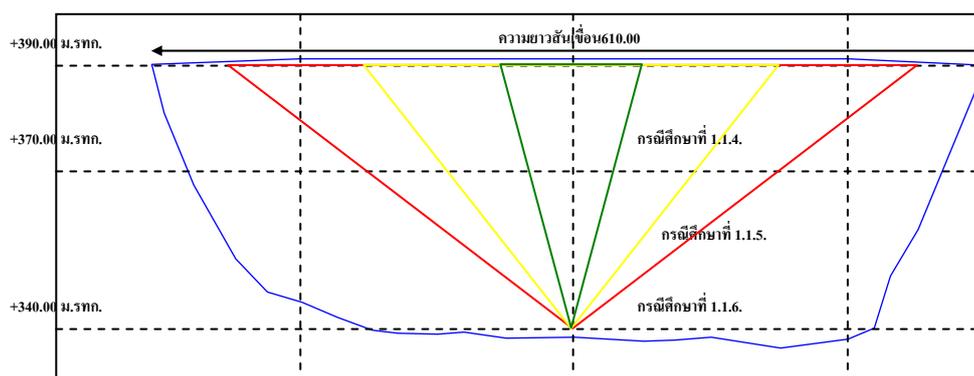
กลุ่มการเริ่มพังในลักษณะการไหลล้นข้ามสันเขื่อนนี้ได้แบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น 3 กลุ่มตามค่าพารามิเตอร์ที่ได้ทำการพิจารณาเพื่อกำหนดรูปร่างของรอยแยกให้เข้าใกล้กับขนาดของตัวเขื่อนค่าพารามิเตอร์ที่ทำการพิจารณา ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวด้านข้างของรอยแยก (Side Erosion Index , x) ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) และค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ซึ่งทำให้กำหนดรูปร่างของรอยแยกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และรูปสามเหลี่ยม

1.1. กลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ซึ่งจะประกอบไปด้วยกรณีศึกษาที่ 1.1.1. ถึง 1.1.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู และกรณีศึกษาที่ 1.1.4. และ 1.1.6. ในลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม



ภาพที่ 19 การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแบบ (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

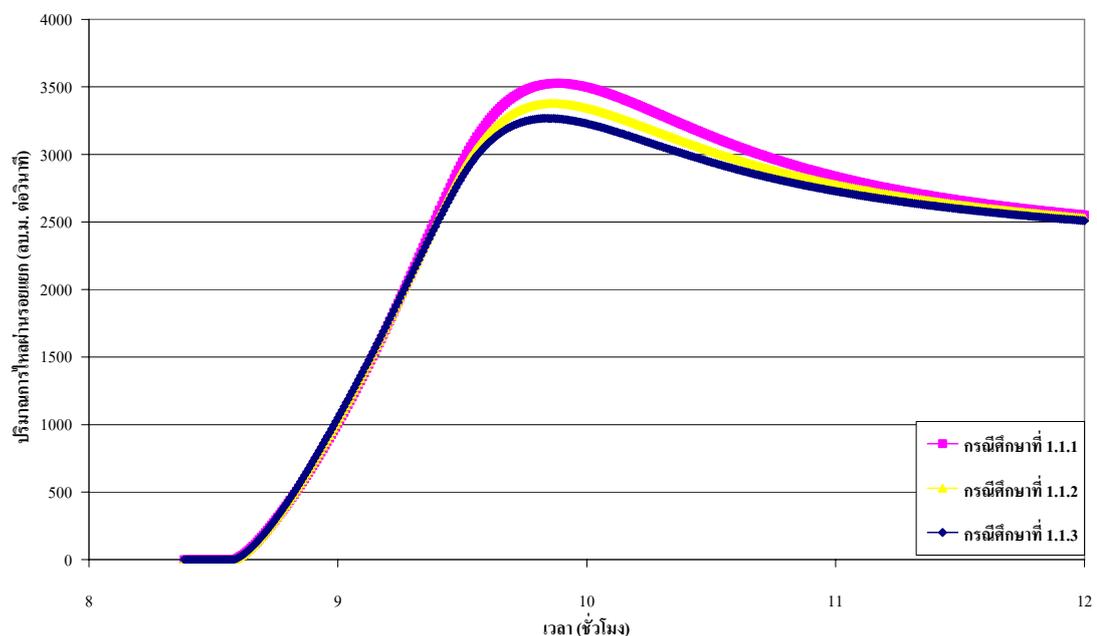
ภาพที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) จาก 1:1.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.1. เป็น 1:3.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.2. และเป็น 1:5.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมูนั้น จากการที่กำหนดค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ให้มีค่าเท่ากับ 1 จะเห็นว่า ความกว้างด้านล่างของรอยแยกมีขนาดใกล้เคียงกัน และระดับสุดท้ายของด้านล่างของรอยแยกหยุดที่ระดับเดียวกัน คือ +340.00 ม.รทก. ส่วนความกว้างด้านบนของรอยแยกในกรณีศึกษาที่ 1.1.3. เกิดความกว้างมากที่สุดเนื่องจากการกำหนดค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ที่ 1:5.00 แล้วทำให้ความลาดชันด้านข้างของรอยแยกมีความชันน้อยที่สุดจึงทำให้ความกว้างด้านบนขยายตัวออกมากที่สุด ขนาดของรอยแยกดังแสดงในตารางผนวกที่ ง1



ภาพที่ 20 การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม

ภาพที่ 20 แสดงการเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) จาก 1:1.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.4. เป็น 1:3.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.5. และเป็น 1:5.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.6. ในลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม นั้น จากการที่ไม่ได้กำหนดค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ทำให้ความกว้าง

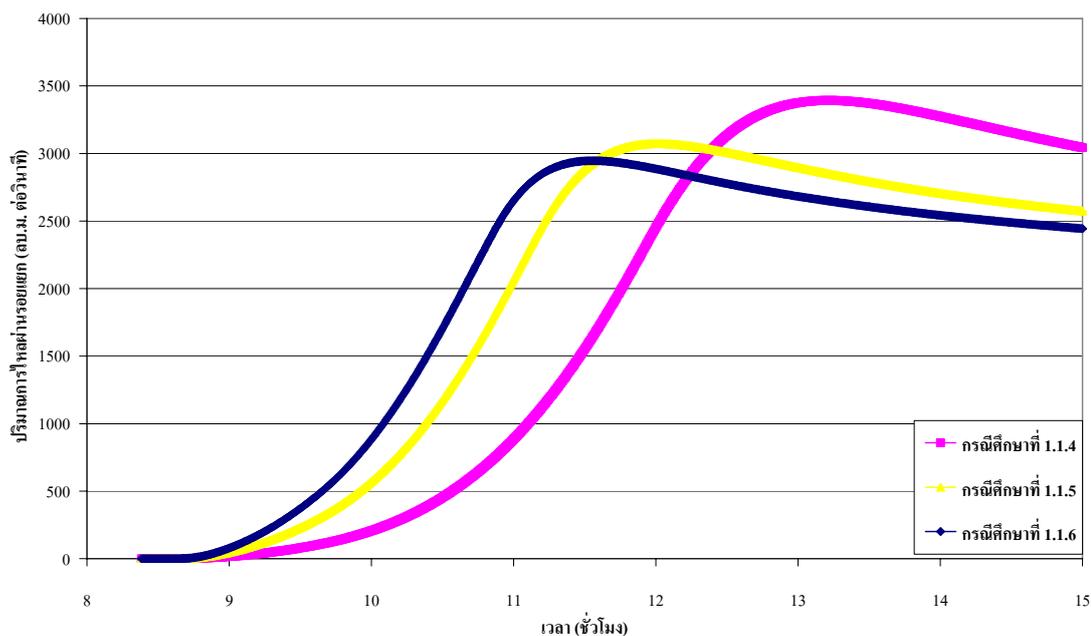
ด้านล่างของรอยแยกไม่มีการขยายตัวและมีการขยายตัวแต่ความกว้างด้านบนของรอยแยกเพื่อให้ได้ความลาดชันด้านข้างของรอยแยกตามค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ที่กำหนดในแต่ละกรณีศึกษา ดังนั้นจึงได้ความกว้างด้านบนของรอยแยกในกรณีศึกษาที่ 1.1.6. เกิดความกว้างมากที่สุดเนื่องจากการกำหนดค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ที่ 1:5.00 แล้วทำให้ความลาดชันด้านข้างของรอยแยกมีความชันน้อยที่สุดจึงทำให้ความกว้างด้านบนขยายตัวออกมากที่สุด ขนาดของรอยแยกดังแสดงในตารางผนวกที่ ง1



ภาพที่ 21 การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ภาพที่ 21 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) จาก 1:1.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.1. เป็น 1:3.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.2. และเป็น 1:5.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมุนั้น ปริมาณการไหลสูงสุดของทั้ง 3 กรณีศึกษาเกิดในเวลาใกล้เคียงกันมาก

ดังจะเห็นได้จากยอดของทั้ง 3 กราฟตั้งอยู่ในแนวเดียวกัน แต่กราฟที่เกิดปริมาณการไหลมากที่สุดคือ กราฟที่เกิดจากกรณีศึกษาที่ 1.1.1. ที่ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) เท่ากับ 1:1.00 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากการพังทลายดังแสดงในตารางผนวกที่ ง2

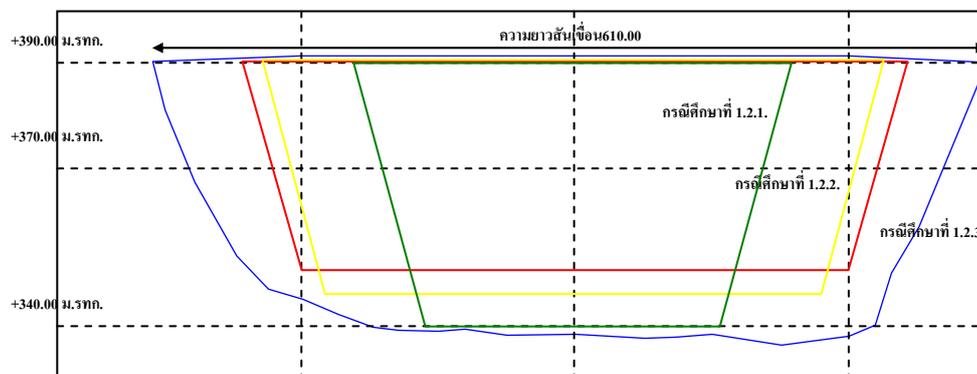


ภาพที่ 22 การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม

ภาพที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกของการพังทลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) จาก 1:1.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.4. เป็น 1:3.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.5. และเป็น 1:5.00 ในกรณีศึกษาที่ 1.1.6. ในลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยมนั้น ปริมาณการไหลสูงสุดของทั้ง 3 กรณีศึกษาคือคล้ายกับในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู แต่เวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดไม่เหมือนกับในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู กราฟที่เกิดปริมาณการไหลมากที่สุดคือ กราฟที่เกิดจากกรณีศึกษาที่ 1.1.4. ที่

ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) เท่ากับ 1:1.00 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากการพังทลายดังแสดงในตารางผนวกที่ 2

1.2. กลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ซึ่งจะประกอบไปด้วยกรณีศึกษาที่ 1.2.1. ถึง 1.2.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู และกรณีศึกษาที่ 1.2.4. และ 1.2.6. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

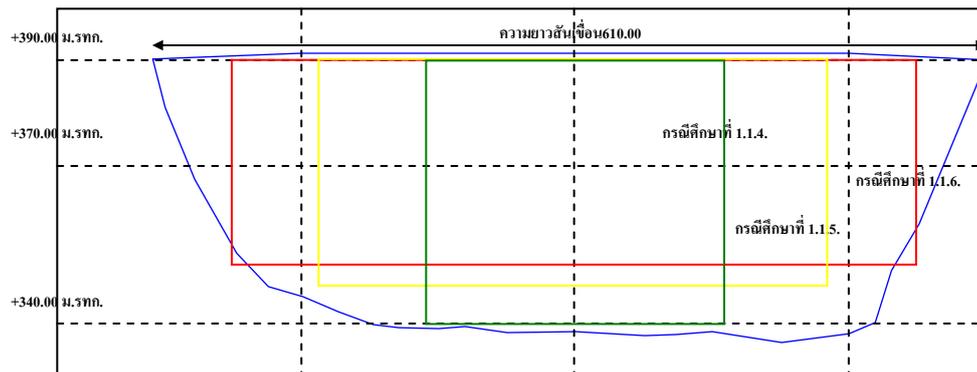


ภาพที่ 23 การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ภาพที่ 23 แสดงการเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) จาก 1.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.1. เป็น 3.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.2. และเป็น 5.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมูนั้น จากการที่กำหนดค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ให้มีค่าเท่ากับ 1:1.00 จะเห็นได้ว่าความลาดชันด้านข้างมีลักษณะที่ขนานกัน ความกว้างด้านบน และด้านล่างของรอยแยกมีขนาดเพิ่มขึ้นตามค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ที่กำหนดโดยในกรณีศึกษาที่

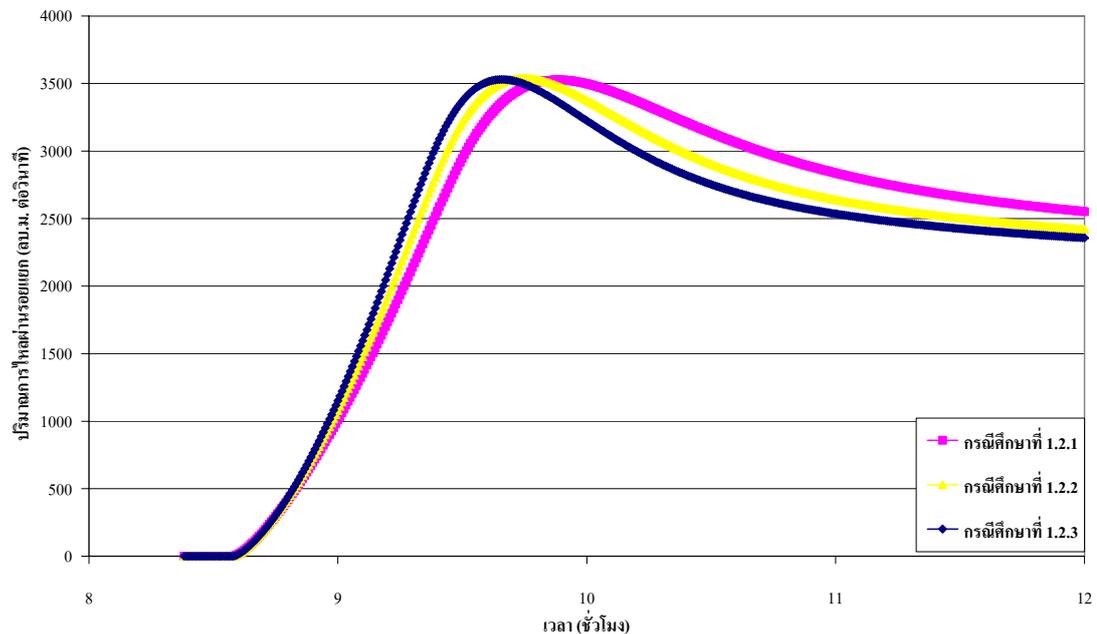
1.2.3. เกิดความกว้างมากที่สุดเนื่องจากการค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ที่ 5.0 ซึ่งทำให้เกิดการขยายตัวออกทางด้านข้างมากที่สุด ขนาดของรอยแยกดังแสดงในตารางผนวกที่

ง3



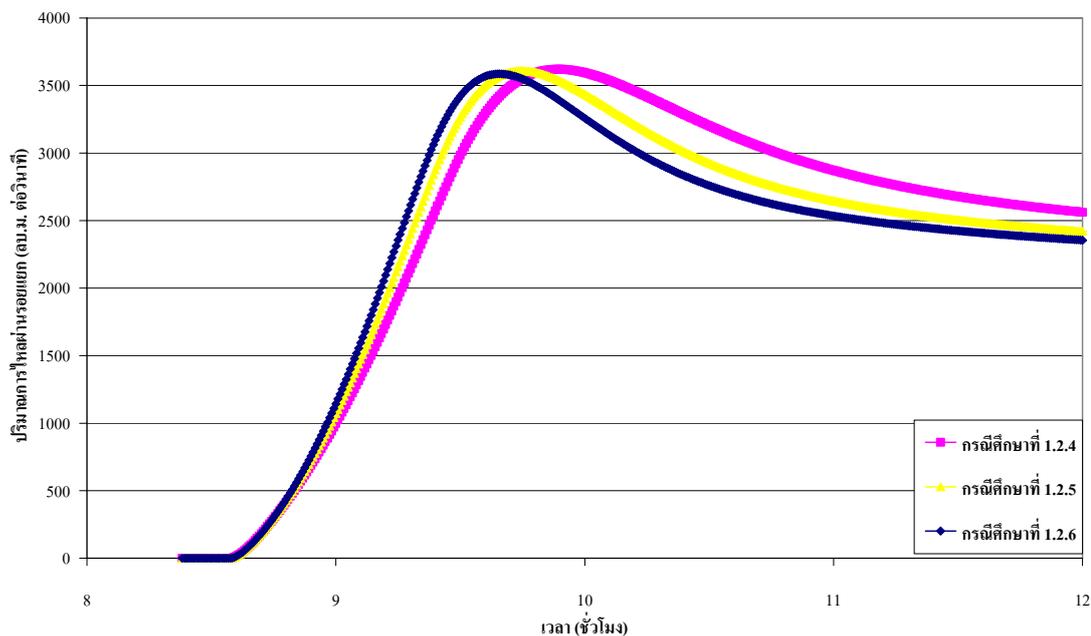
ภาพที่ 24 การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ภาพที่ 24 แสดงการเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) จาก 1.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.4. เป็น 3.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.5. และเป็น 5.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.6. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า นั้น จากการที่ไม่มีการกำหนดค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) จะเห็นได้ว่า ความกว้างด้านบนและด้านล่างของรอยแยกมีขนาดเท่ากัน โดยในกรณีศึกษาที่ 1.2.6. เกิดความกว้างมากที่สุดเนื่องจากการค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ที่ 5.0 ซึ่งทำให้เกิดการขยายตัวออกทางด้านข้างมากที่สุด ขนาดของรอยแยกดังแสดงในตารางผนวกที่ ง3



ภาพที่ 25 การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ภาพที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกของการพังทลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) จาก 1.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.1. เป็น 3.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.2. และเป็น 5.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมุนั้น ปริมาณการไหลสูงสุดของทั้ง 3 กรณีศึกษาเกิดในเวลาที่แตกต่างกันตามลำดับ โดยกรณีศึกษาที่ใช้ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ที่มากกว่าจะเกิดปริมาณการไหลสูงสุดก่อน แต่ปริมาณการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นทั้ง 3 กรณีศึกษาจะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก ดังจะเห็นได้จากยอดของทั้ง 3 กราฟสูงเท่ากัน แต่กราฟที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดก่อน คือ กราฟที่เกิดจากกรณีศึกษาที่ 1.2.3. ที่ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) เท่ากับ 5.0 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากการพังทลายดังแสดงในตารางผนวกที่ 4

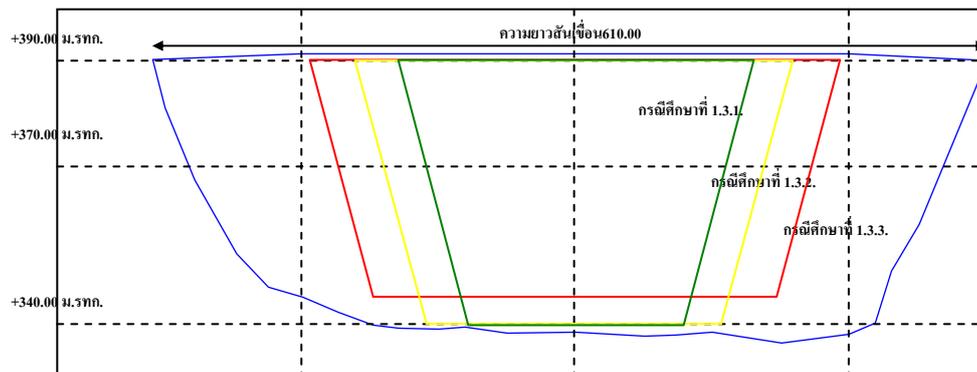


ภาพที่ 26 การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ภาพที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกของการพังทลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) จาก 1.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.4. เป็น 3.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.5. และเป็น 5.0 ในกรณีศึกษาที่ 1.2.6. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า นั้น ลักษณะของกราฟที่เกิดขึ้นคล้ายกับที่เกิดในรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู และกราฟที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดก่อน คือ กราฟที่เกิดจากกรณีศึกษาที่ 1.2.6. ที่ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) เท่ากับ 5.0 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากการพังทลายดังแสดงในตารางผนวกที่ 4

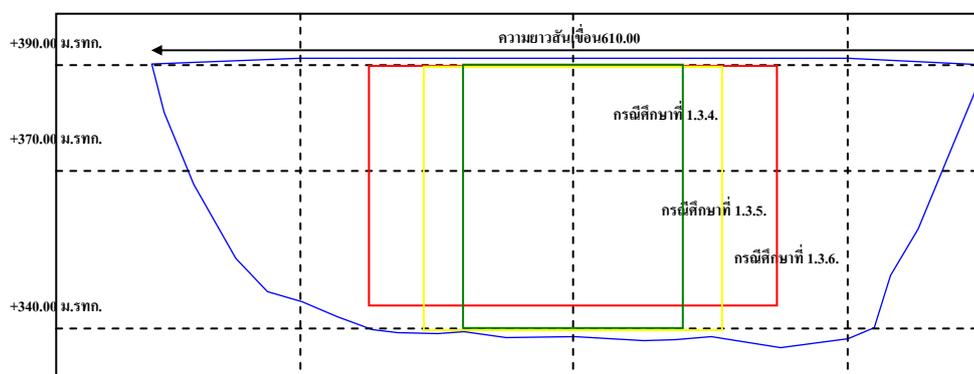
1.3. กลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราใน

ลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ซึ่งจะประกอบไปด้วยกรณีศึกษาที่ 1.3.1. ถึง 1.3.3. ในลักษณะของรอยแตกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู และกรณีศึกษาที่ 1.3.4. และ 1.3.6. ในลักษณะของรอยแตกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า



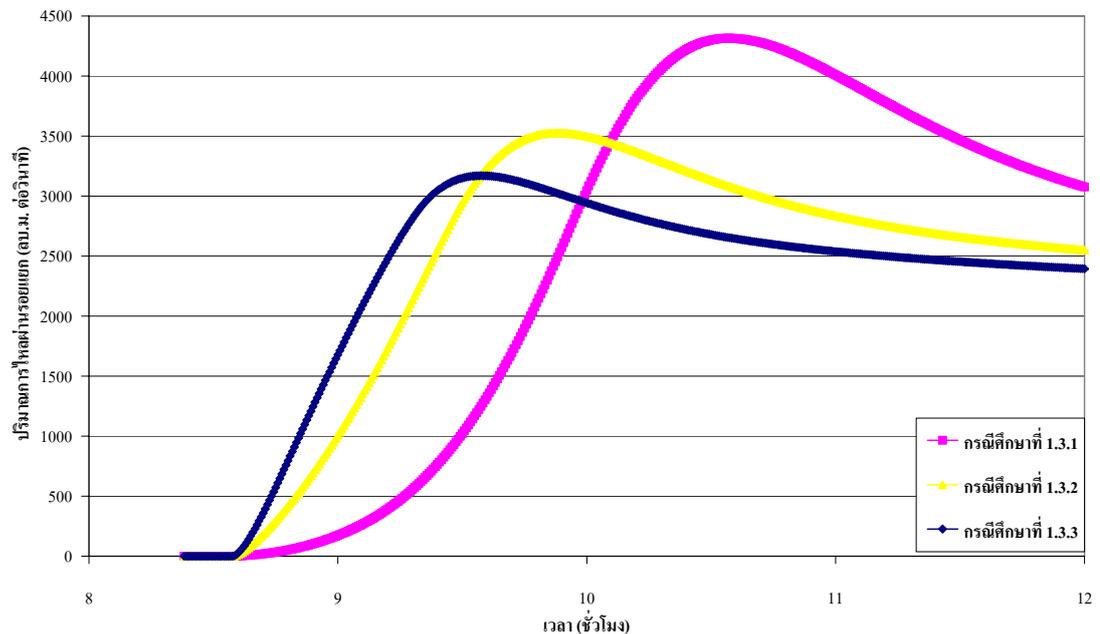
ภาพที่ 27 การเปรียบเทียบรอยแตกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวอดมธราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแตก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. ลักษณะของรอยแตกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ภาพที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบรอยแตกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวอดมธราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแตก (Initial Breach Width , B) จาก 10 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.1. เป็น 100 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.2. และเป็น 200 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.3. ในลักษณะของรอยแตกแบบสี่เหลี่ยมคางหมุนั้น จากการที่กำหนดค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแตก (Side Slope , ss) ให้มีค่าเท่ากับ 1:1.00 จะเห็นได้ว่า ความลาดชันด้านข้างมีลักษณะที่ขนานกัน ความกว้างของรอยแตกในกรณีศึกษาที่ 1.3.3. เกิดความกว้างมากที่สุดเนื่องจากการกำหนดค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแตก (Initial Breach Width , B) ที่ 200 แล้วทำให้รอยแตกขยายตัวออกมากที่สุด ขนาดของรอยแตกดังแสดงในตารางผนวกที่ 5



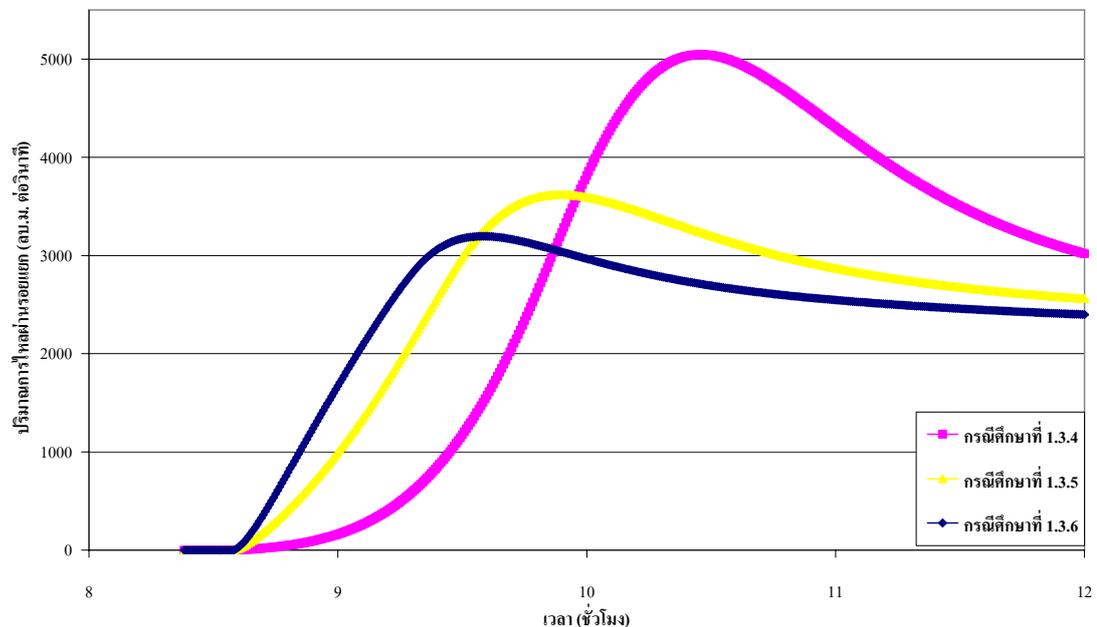
ภาพที่ 28 การเปรียบเทียบรอยแตกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแตก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. ลักษณะของรอยแตกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ภาพที่ 28 แสดงการเปรียบเทียบรอยแตกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแตก (Initial Breach Width , B) จาก 10 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.4. เป็น 100 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.5. และเป็น 200 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.6. ในลักษณะของรอยแตกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า นั้น จากการที่ไม่มีการกำหนดค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแตก (Side Slope , ss) จะเห็นได้ว่าความกว้างด้านบนและด้านล่างของรอยแตกมีขนาดเท่ากัน ความกว้างของรอยแตกในกรณีศึกษาที่ 1.3.6. เกิดความกว้างมากที่สุดเนื่องจากการกำหนดค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแตก (Initial Breach Width , B) ที่ 200 แล้วทำให้รอยแตกขยายตัวออกมากที่สุด ขนาดของรอยแตกดังแสดงในตารางผนวกที่ 5



ภาพที่ 29 การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ภาพที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) จาก 10 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.1. เป็น 100 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.2. และเป็น 200 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมูนั้น จะเห็นได้ว่ายอดของกราฟในกรณีศึกษาที่ 1.3.3. ที่ค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) เท่ากับ 200 ได้เกิดขึ้นก่อนและเห็นได้ชัดเจนว่าเกิดปริมาณการไหลสูงสุดน้อยกว่าอีก 2 กรณีศึกษาที่ทำการเปรียบเทียบ ส่วนกรณีศึกษาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดมากที่สุดในการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) คือกรณีศึกษาที่ 1.3.1. ที่ค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) เท่ากับ 10 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากการพังทลายดังแสดงในตารางผนวกที่ 6

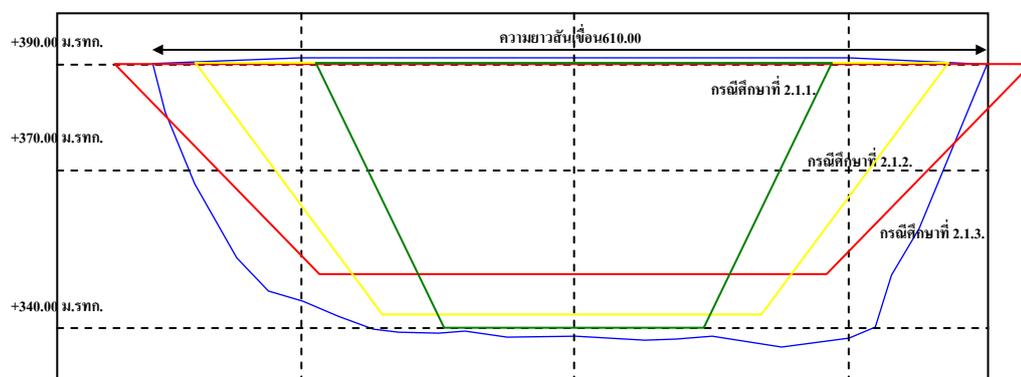


ภาพที่ 30 การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแตกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแตก (Initial Breach Width , B) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. ลักษณะของรอยแตกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ภาพที่ 30 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแตกของเขื่อนแม่กวองอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแตก (Initial Breach Width , B) จาก 10 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.4. เป็น 100 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.5. และเป็น 200 ในกรณีศึกษาที่ 1.3.6. ในลักษณะของรอยแตกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า นั้น ลักษณะของกราฟที่เกิดขึ้นคล้ายกับที่เกิดในรอยแตกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู และกราฟที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด คือ กราฟที่เกิดจากกรณีศึกษาที่ 1.3.4. ที่ค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแตก (Initial Breach Width , B) เท่ากับ 10 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากการพังทลายดังแสดงในตารางผนวกที่ 6

2. การเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping)

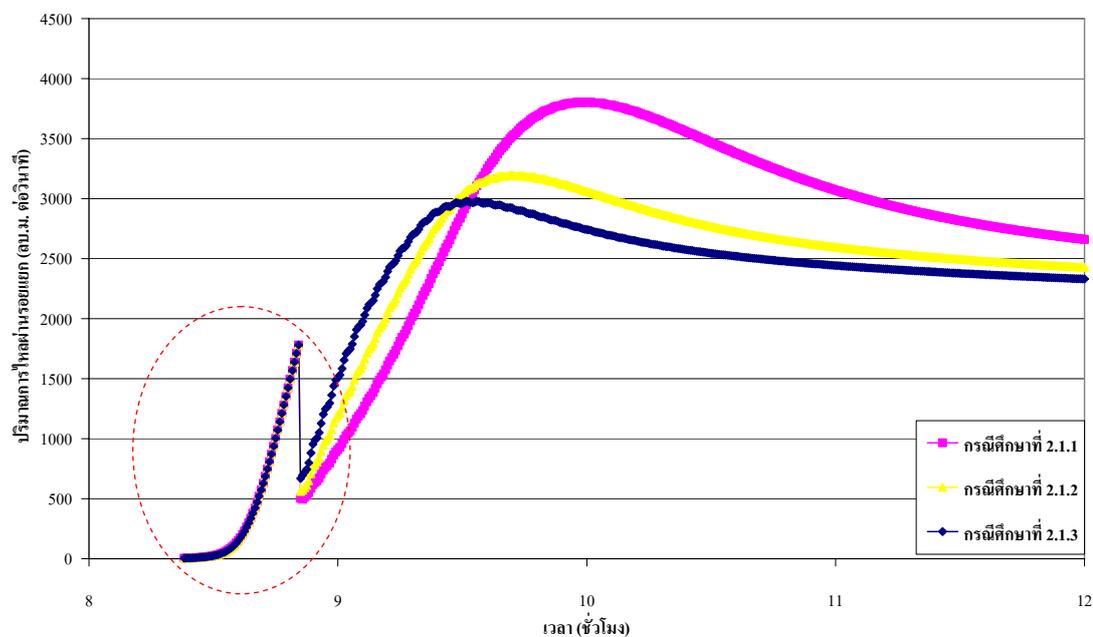
2.1. กลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวังอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ซึ่งจะประกอบไปด้วยกรณีศึกษาที่ 2.1.1. ถึง 2.1.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู



ภาพที่ 31 การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวังอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ภาพที่ 31 แสดงการเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวังอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) จาก 1:1.00 ในกรณีศึกษาที่ 2.1.1. เป็น 1:3.00 ในกรณีศึกษาที่ 2.1.2. และเป็น 1:5.00 ในกรณีศึกษาที่ 2.1.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมุนั้น จะเห็นได้ว่าความกว้างด้านล่างของรอยแยก ทั้งขนาดความกว้าง และระดับสุดท้ายของด้านล่างของรอยแยกไม่อยู่ที่ระดับเดียวกันเหมือนกับในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) แต่กรณีศึกษาที่เกิดรอยแยกกว้างมากที่สุดยังเป็นรอยแยกที่ใช้ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) เท่ากับ 1:5.00 ในกรณีศึกษาที่ 2.1.3. ซึ่งทำให้ความลาด

ชันด้านข้างของรอยแยกมีความชันน้อยที่สุดจึงทำให้ความกว้างด้านบนขยายตัวออกมากที่สุด ขนาดของรอยแยกดังแสดงในตารางผนวกที่ 7

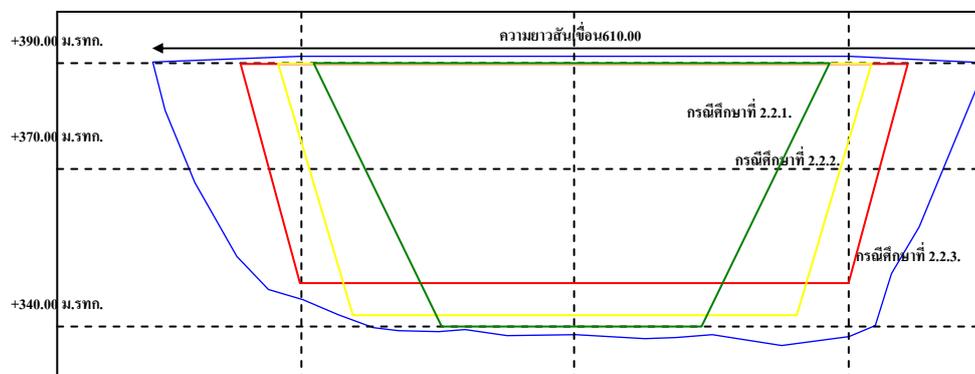


ภาพที่ 32 การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ภาพที่ 32 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) จาก 1:1.00 ในกรณีศึกษาที่ 2.1.1. เป็น 1:3.00 ในกรณีศึกษาที่ 2.1.2. และเป็น 1:5.00 ในกรณีศึกษาที่ 2.1.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมูนั้น จากภาพที่ 24 ส่วนของกราฟที่อยู่ในวงกลมสีแดง คือ ช่วงเวลาที่เกิดการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) หลังจากนั้นจึงเป็นการไหลในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กราฟในช่วงที่เกิดการไหลในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ไม่มีความคล้ายกับในกลุ่มย่อยที่ 1.1. ในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) และกราฟที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด คือ กราฟที่เกิดจากกรณีศึกษาที่

2.1.1. ที่ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยกแยก (Side Slope , ss) เท่ากับ 1:1.00 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากการพังทลายดังแสดงในตารางผนวกที่ ง8

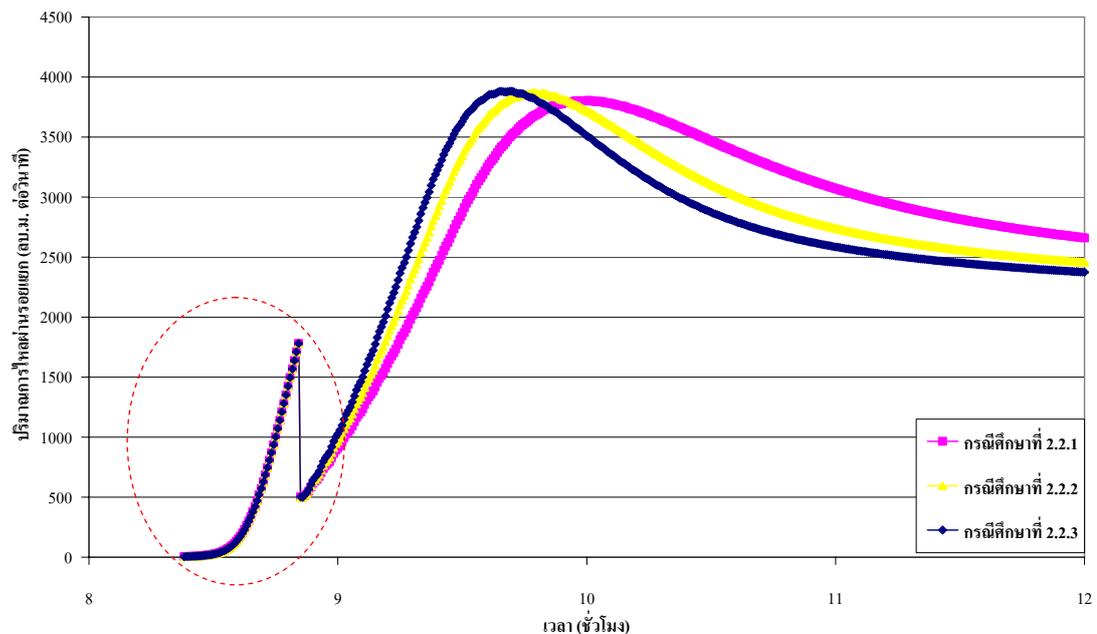
2.2. กลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่จะมีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ที่มีผลต่อการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ซึ่งจะประกอบไปด้วยกรณีศึกษาที่ 2.2.1. ถึง 2.2.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู



ภาพที่ 33 การเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ภาพที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) จาก 1.0 ในกรณีศึกษาที่ 2.2.1. เป็น 3.0 ในกรณีศึกษาที่ 2.2.2. และเป็น 5.0 ในกรณีศึกษาที่ 2.2.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมุนั้น ถึงแม้ว่าจะมีการกำหนดค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) ให้มีค่าเท่ากับ 1:1.00 เหมือนกับในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) แต่ความลาดชันด้านข้างไม่ขนานกันเหมือนกับในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) แต่ความกว้างด้านบนและด้านล่างของรอยแยกยังมีขนาดเพิ่มขึ้นตามค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)

เหมือนในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกรณีศึกษาที่ 2.2.3. เกิดความกว้างมากที่สุดเนื่องจากการค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ที่ 5.0 ซึ่งทำให้เกิดการขยายตัวออกทางด้านข้างมากที่สุด ขนาดของรอยแยกดังแสดงในตารางผนวกที่ 9



ภาพที่ 34 การเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

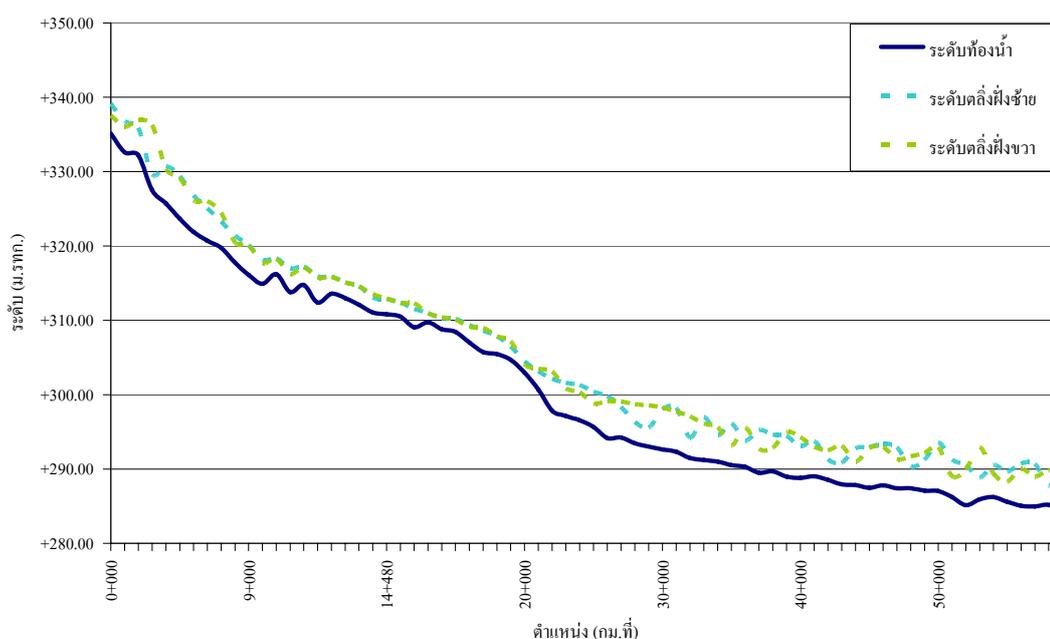
ภาพที่ 34 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกของการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) กรณีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) จาก 1.0 ในกรณีศึกษาที่ 2.2.1. เป็น 3.0 ในกรณีศึกษาที่ 2.2.2. และเป็น 5.0 ในกรณีศึกษาที่ 2.2.3. ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมุนั้น จากภาพที่ 26 ส่วนของกราฟที่อยู่ในวงกลมสีแดง คือ ช่วงเวลาที่เกิดการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) หลังจากนั้นจึงเป็นการไหลในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กราฟในช่วงที่เกิดการไหลในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ไม่มีความคล้ายกับในกลุ่มย่อยที่ 1.2. ในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน

(Overtopping) และกราฟที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด คือ กราฟที่เกิดจากกรณีศึกษาที่ 2.2.3. ที่ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) เท่ากับ 5.0 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากการพังทลายดังแสดงในตารางผนวกที่ 10

การศึกษาการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำ

การวิเคราะห์ปริมาณการไหลทางด้านท้ายน้ำเนื่องมาจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในกรณีต่างๆ ได้พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิง (Manning's n) สำหรับการไหลของน้ำในลำน้ำเท่ากับ 0.030 และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิง (Manning's n) ของการไหลในทุ่งน้ำนองเท่ากับ 0.070 ผลของการจำลองการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำเนื่องมาจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราได้แสดงถึงระดับน้ำสูงสุด ระดับความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง และเวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆของทางน้ำ ดังสรุปไว้ในภาคผนวก จ

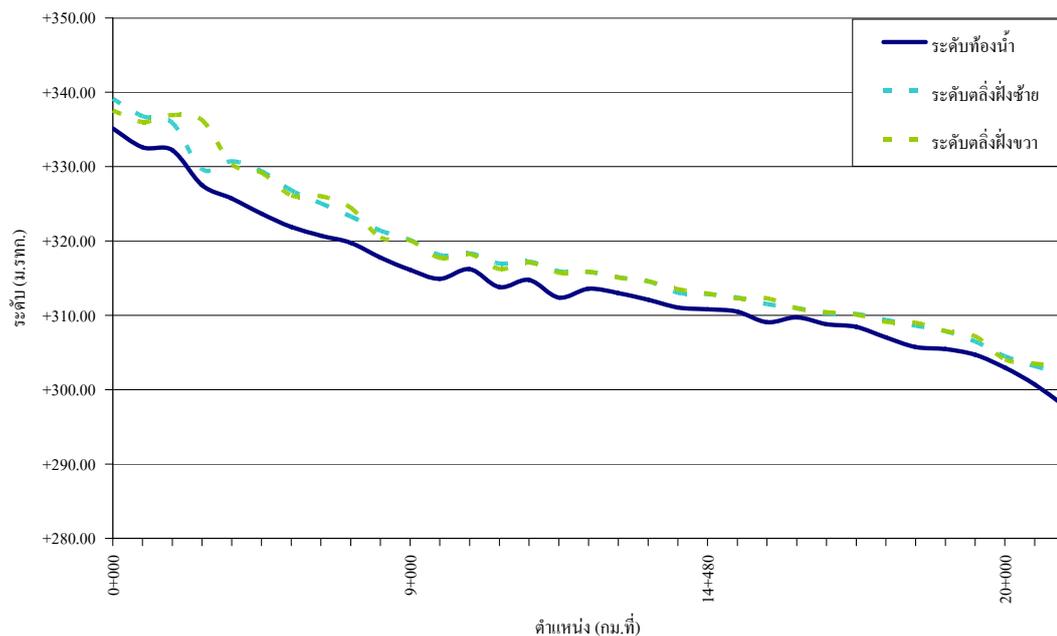
การวิเคราะห์ถึงผลกระทบทางด้านท้ายน้ำเนื่องมาจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราได้ทำการแบ่งทางน้ำลำน้ำแม่กวงดังภาพที่ 35 ออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงตำแหน่งที่ กม. 0+000 ถึง 22+000 ช่วงตำแหน่งที่ กม. 22+000 ถึง 35+000 และช่วงตำแหน่งที่ กม. 35+000 ถึง 59+000



ภาพที่ 35 หน้าตัดตามยาวของลำน้ำแม่กวง

การเปรียบเทียบผลการศึกษาการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำเนื่องมาจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา จะเป็นการเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นว่า ระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้น เกิดในกรณีศึกษาใด และใช้ระยะเวลาเท่าใดในการเกิดระดับน้ำสูงสุด

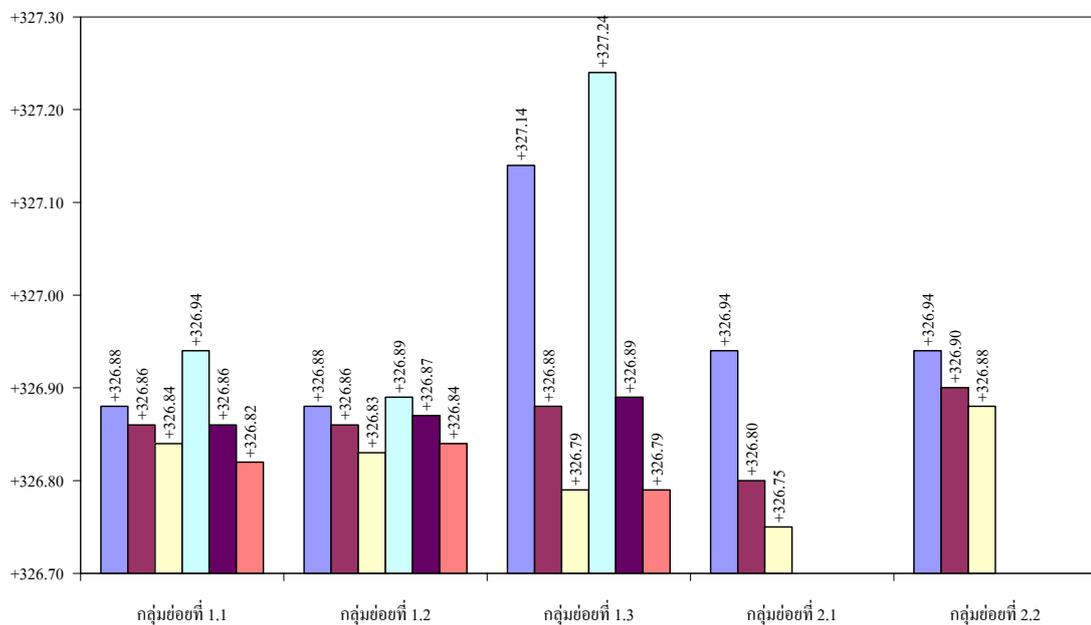
1. การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดช่วงตำแหน่งที่ กม. 0+000 ถึง 22+000



ภาพที่ 36 หน้าตัดตามยาวของลำน้ำแม่กวงช่วงตำแหน่งที่ กม. 0+000 ถึง 22+000

รายละเอียดของการเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งสำคัญในช่วงตำแหน่งที่ กม. 0+000 ถึง 22+000 แสดงดังภาพที่ 36 ซึ่งมีความลาดชันลำน้ำประมาณ 0.00170 รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

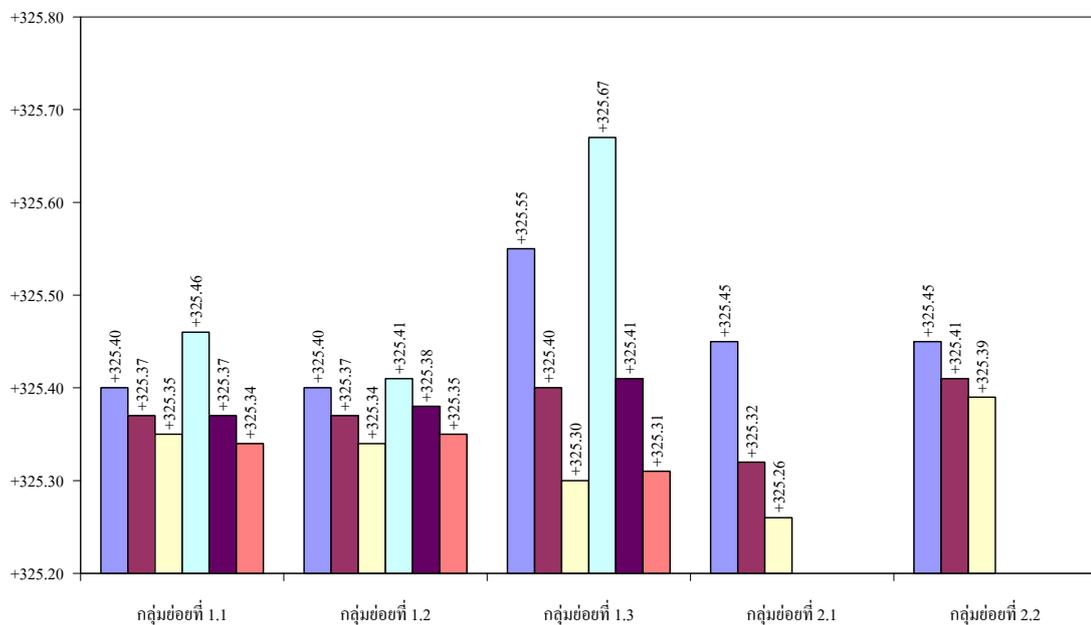
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 7+000 บ้านทุ่งข้าวตอก



ภาพที่ 37 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 7+000 บ้านทุ่งข้าวตอก

จากภาพที่ 37 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 7+000 บ้านทุ่งข้าวตอก หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +319.75 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +323.31 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +324.47 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 7+000 บ้านทุ่งข้าวตอก แสดงดังในภาพผนวกที่ ค1 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ระดับน้ำ +327.24 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 2.24 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง 19 นาที

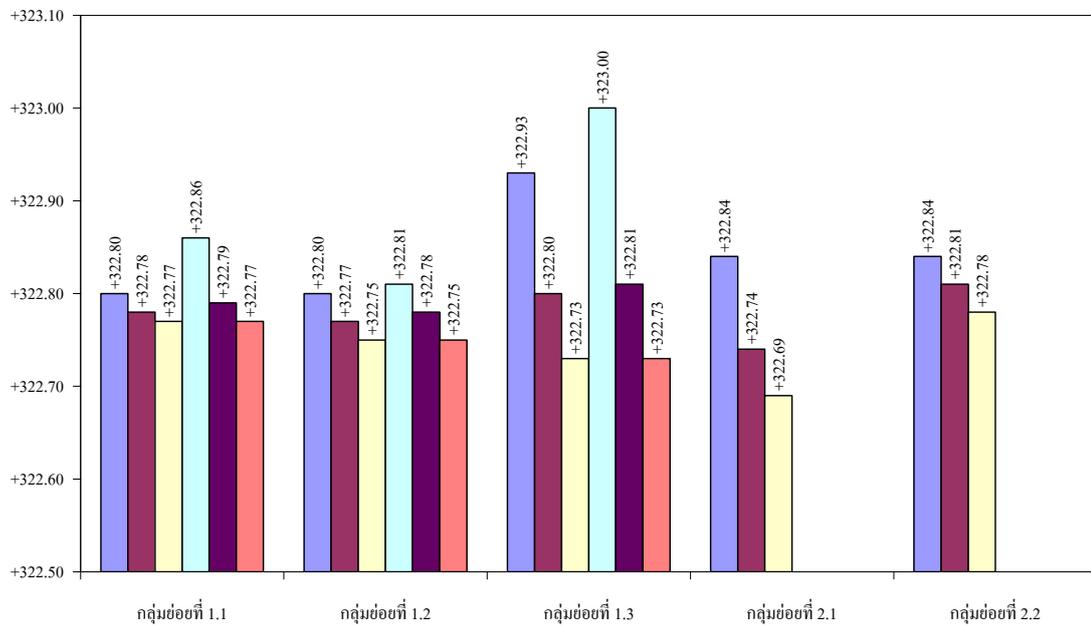
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 8+000 บ้านข้าวสูง



ภาพที่ 38 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 8+000 บ้านข้าวสูง

จากภาพที่ 38 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 8+000 บ้านข้าวสูง หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +317.76 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +321.40 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +320.46 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 8+000 บ้านข้าวสูง แสดงดังในภาพผนวกที่ ค2 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ระดับน้ำ +325.67 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 0.67 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง 30 นาที

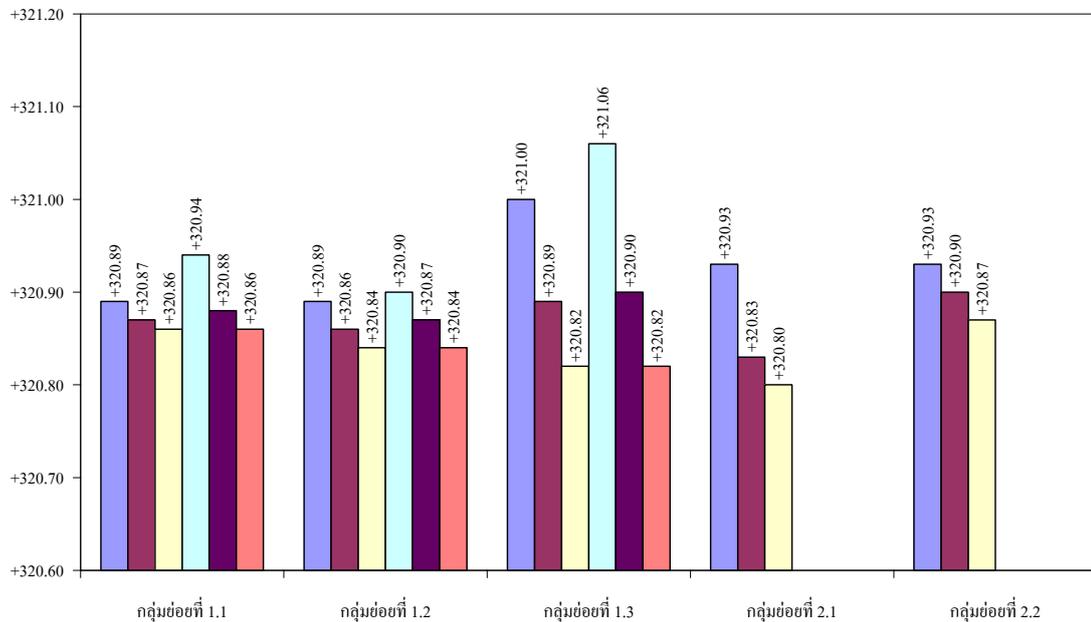
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 10+000 บ้านหนองอึ่ง



ภาพที่ 39 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 10+000 บ้านหนองอึ่ง

จากภาพที่ 39 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 10+000 บ้านหนองอึ่ง หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +314.90 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +318.11 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +317.72 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 10+000 บ้านหนองอึ่ง แสดงดังในภาพผนวกที่ 3 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ระดับน้ำ +323.00 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 2.00 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง 54 นาที

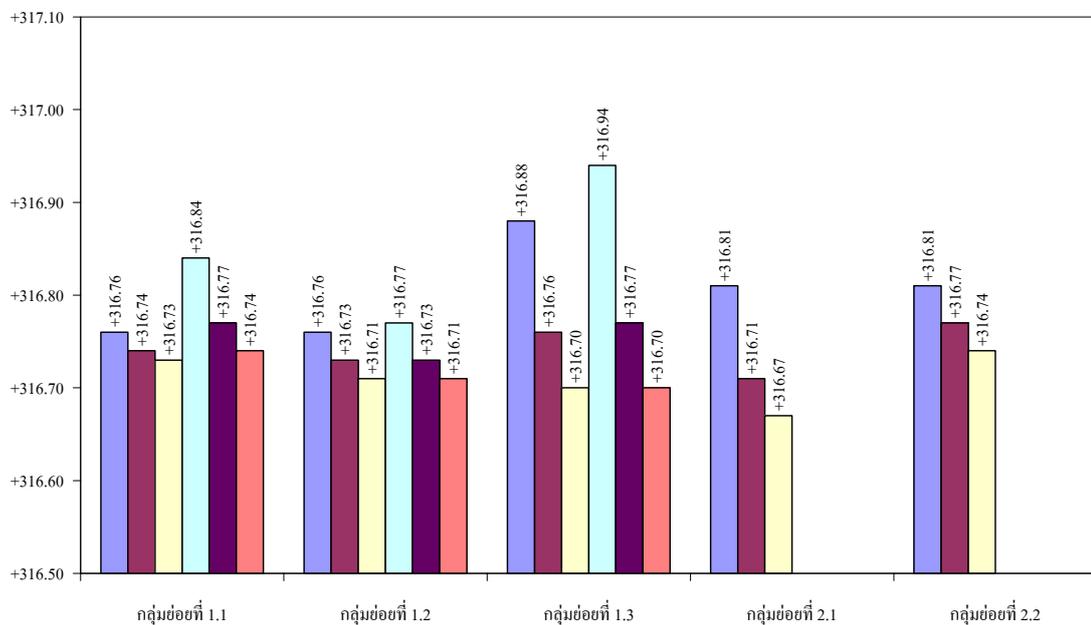
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 11+000 บ้านเมืองเลน



ภาพที่ 40 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 11+000 บ้านเมืองเลน

จากภาพที่ 40 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 11+000 บ้านเมืองเลน หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +313.80 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +316.97 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +316.24 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 11+000 บ้านเมืองเลน แสดงดังในภาพผนวกที่ ค4 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ระดับน้ำ +321.06 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 2.06 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง 7 นาที

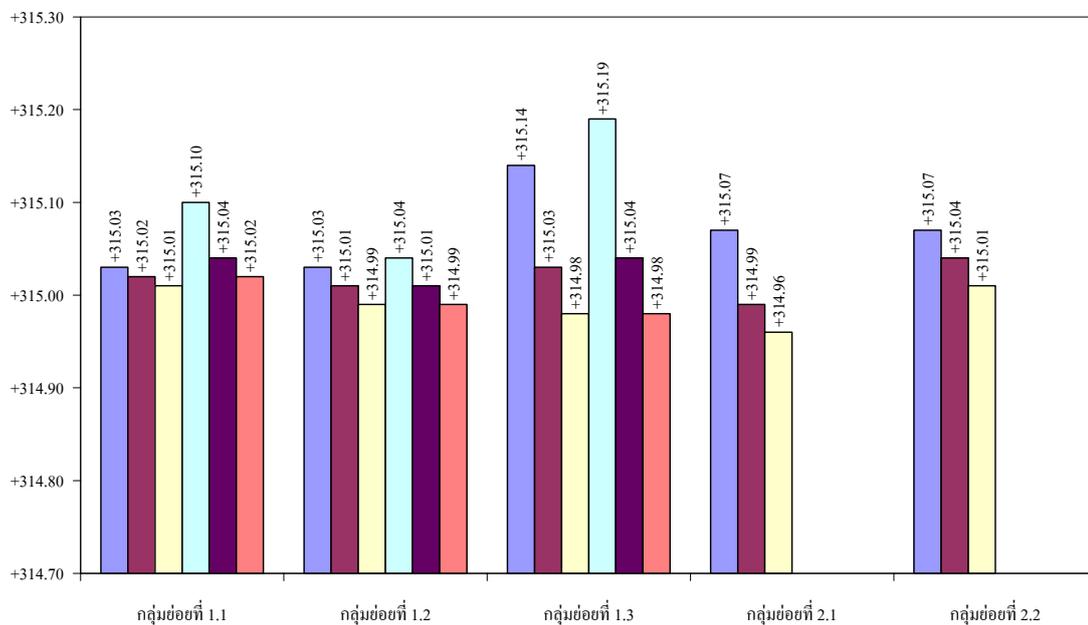
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 14+000 บ้านคอกหมู



ภาพที่ 41 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 14+000 บ้านคอกหมู

จากภาพที่ 41 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 14+000 บ้านคอกหมู หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +311.05 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +313.04 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +313.51 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 14+000 บ้านคอกหมู แสดงดังในภาพผนวกที่ ค5 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ระดับน้ำ +316.94 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 1.94 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง 48 นาที

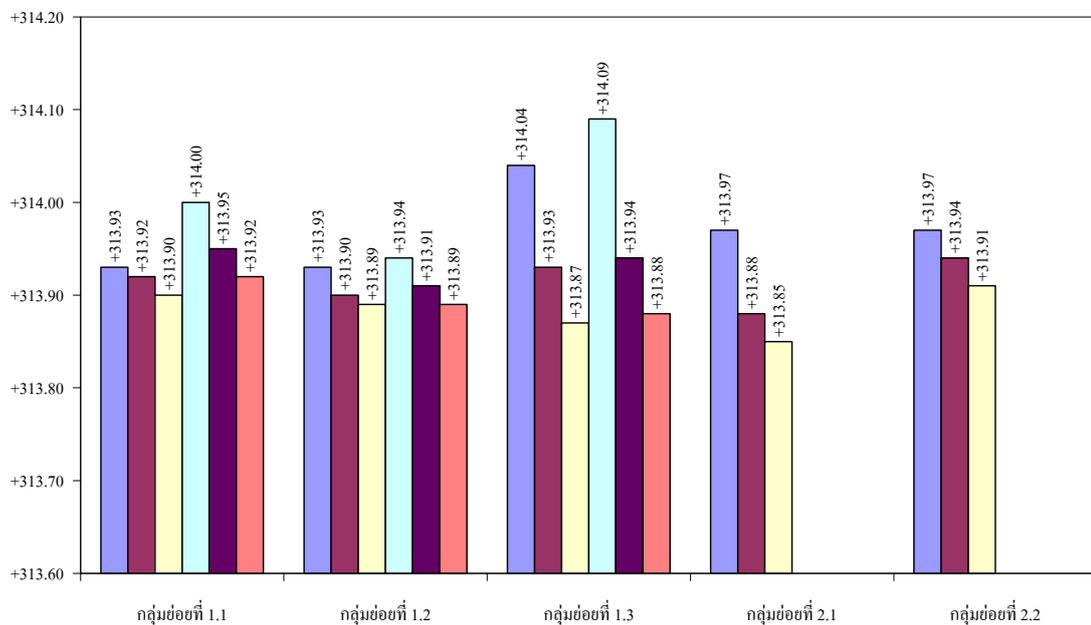
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 15+000 บ้านป่าตอง



ภาพที่ 42 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 15+000 บ้านป่าตอง

จากภาพที่ 42 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 15+000 บ้านป่าตอง หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +309.07 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +311.52 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +312.28 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 15+000 บ้านป่าตอง สดงดังในภาพผนวกที่ 6 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ระดับน้ำ +315.19 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 1.19 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง 56 นาที

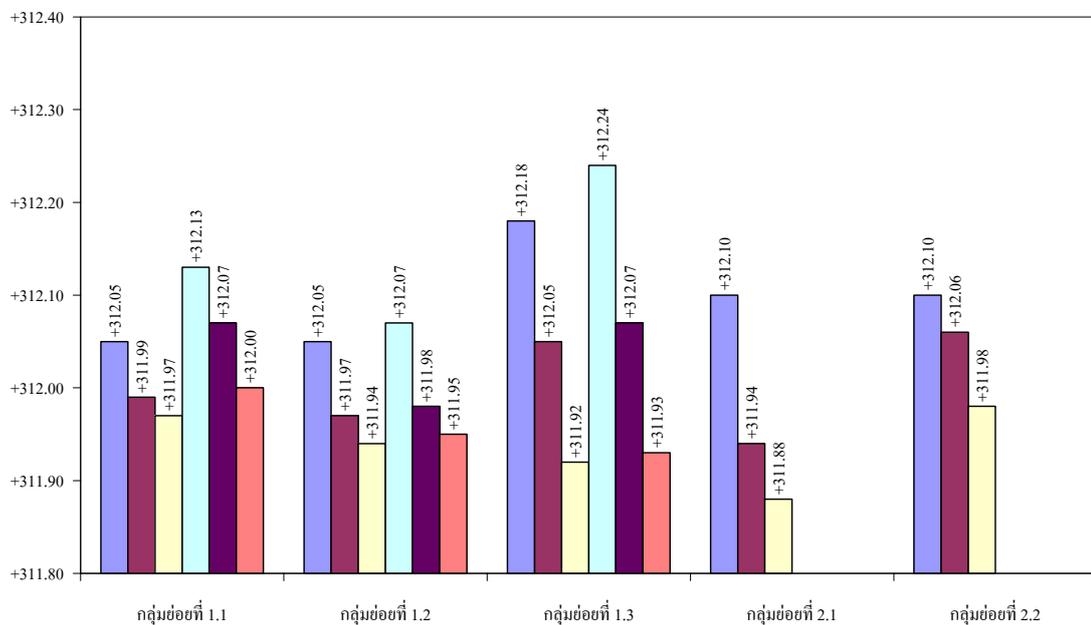
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 16+000 บ้านแม่กว



ภาพที่ 43 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 16+000 บ้านแม่กว

จากภาพที่ 43 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 16+000 บ้านแม่กว หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +308.81 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +310.25 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +310.42 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 16+000 บ้านแม่กว แสดงดังในภาพผนวกที่ ๓7 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของ รอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ ระดับน้ำ +314.09 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 2.09 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็น ระยะเวลา 6 ชั่วโมง 3 นาที

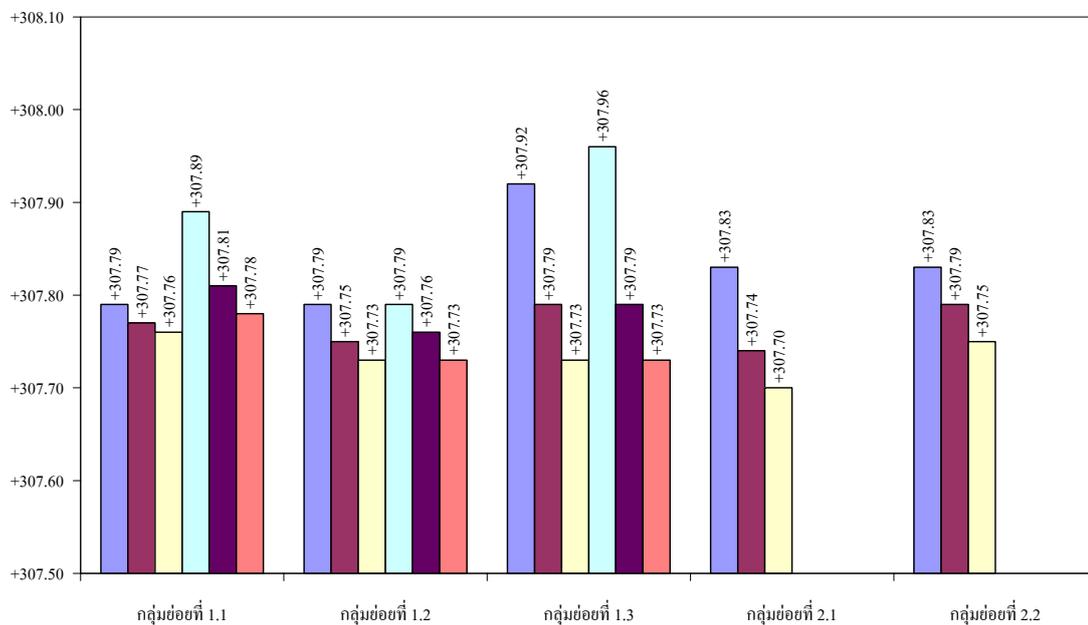
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 17+000 วัดแม่กวัง



ภาพที่ 44 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 17+000 วัดแม่กวัง

จากภาพที่ 44 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 17+000 วัดแม่กวัง หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +307.04 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +309.36 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +309.12 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 17+000 วัดแม่กวัง แสดงดังในภาพผนวกที่ ค8 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ระดับน้ำ +312.24 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 1.24 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง 11 นาที

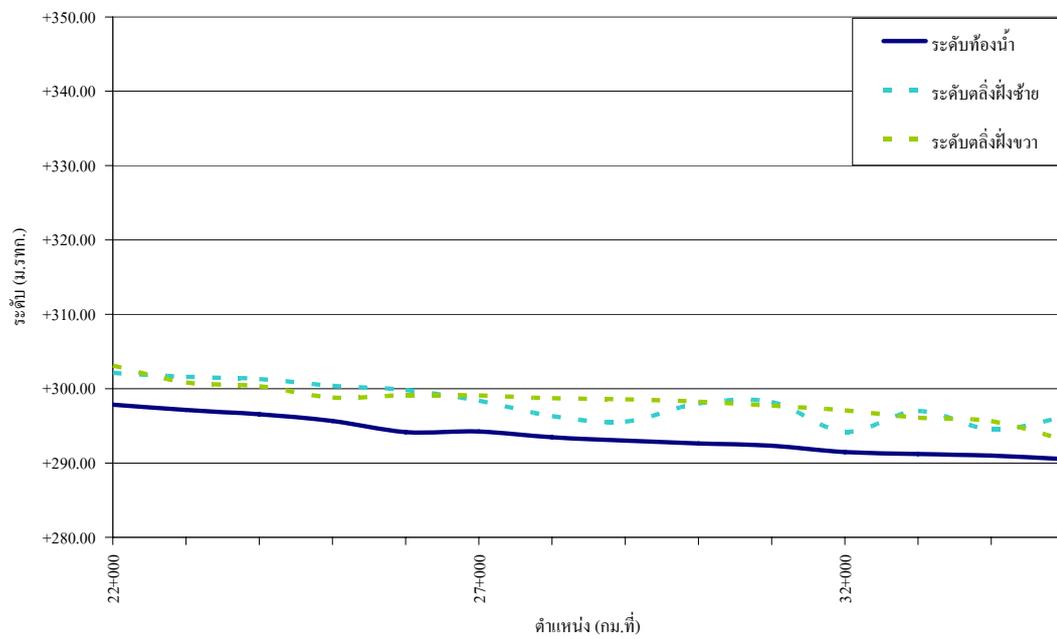
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 21+000 บ้านสันทราย



ภาพที่ 45 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 21+000 บ้านสันทราย

จากภาพที่ 45 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 21+000 บ้านสันทราย หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +300.69 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +303.16 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +303.51 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 21+000 บ้านสันทราย แสดงดังในภาพผนวกที่ ค9 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ระดับน้ำ +307.96 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 1.46 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 7 ชั่วโมง 9 นาที

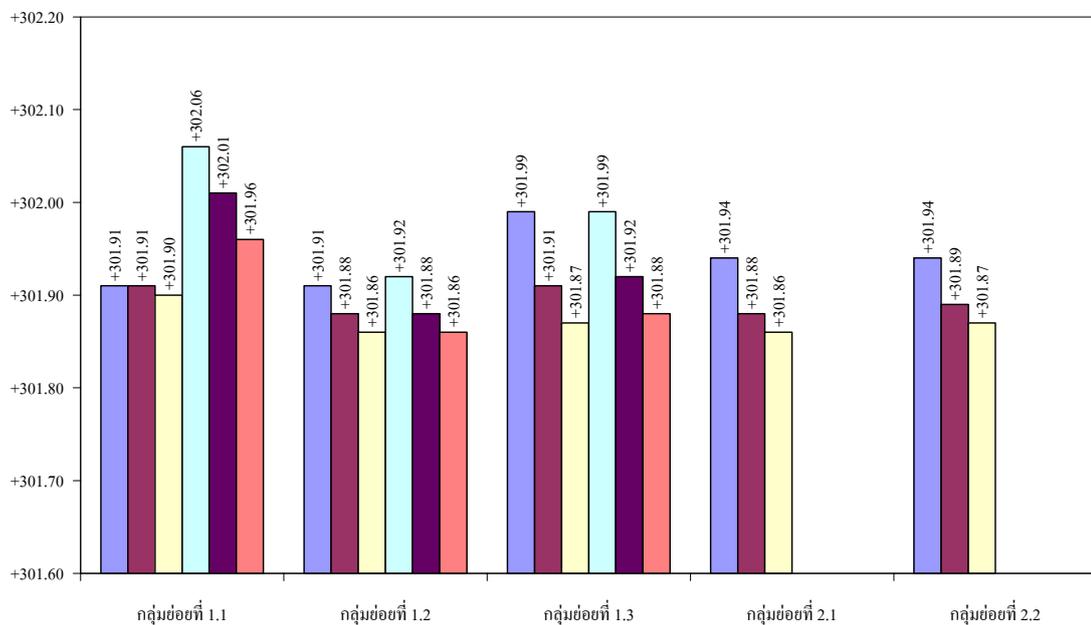
2. การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดช่วงตำแหน่งที่ กม. 22+000 ถึง 35+000



ภาพที่ 46 หน้าตัดตามยาวของลำน้ำแม่กวังช่วงตำแหน่งที่ กม. 22+000 ถึง 35+000

รายละเอียดของการเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งสำคัญในช่วงตำแหน่งที่ กม. 22+000 ถึง 35+000 แสดงดังภาพที่ 46 ซึ่งมีความลาดชันลำน้ำประมาณ 0.00056 รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

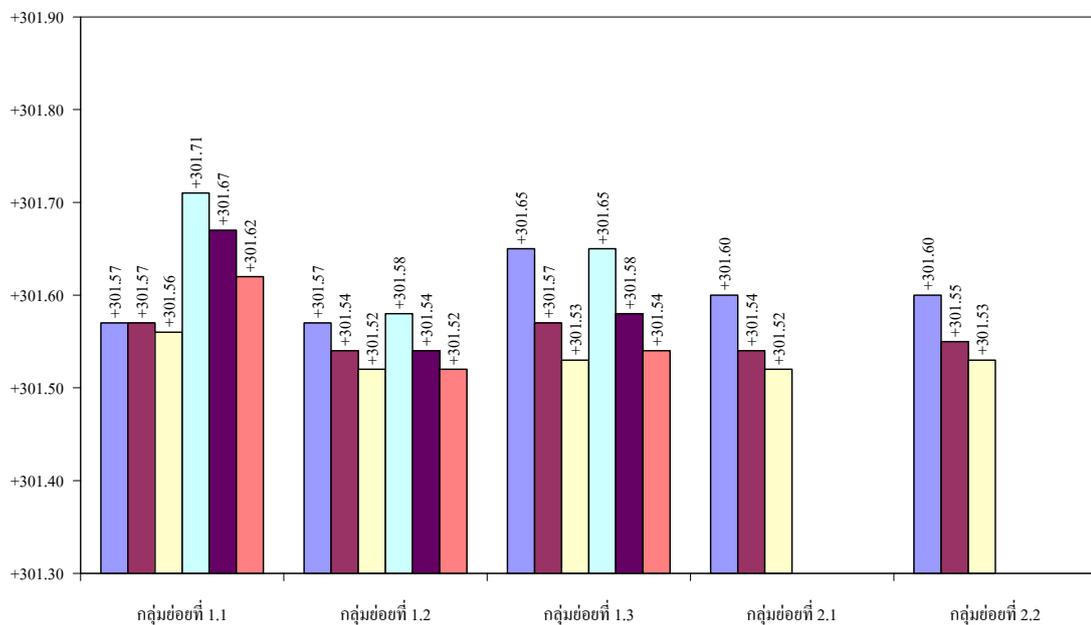
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 32+000 บ้านท่าต้นกวาว



ภาพที่ 47 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 32+000 บ้านท่าต้นกวาว

จากภาพที่ 47 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 32+000 บ้านท่าต้นกวาว หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +291.47 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +294.21 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +297.09 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 32+000 บ้านท่าต้นกวาว แสดงดังในภาพผนวกที่ 10 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม ที่ระดับน้ำ +302.06 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 2.06 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 13 ชั่วโมง 44 นาที

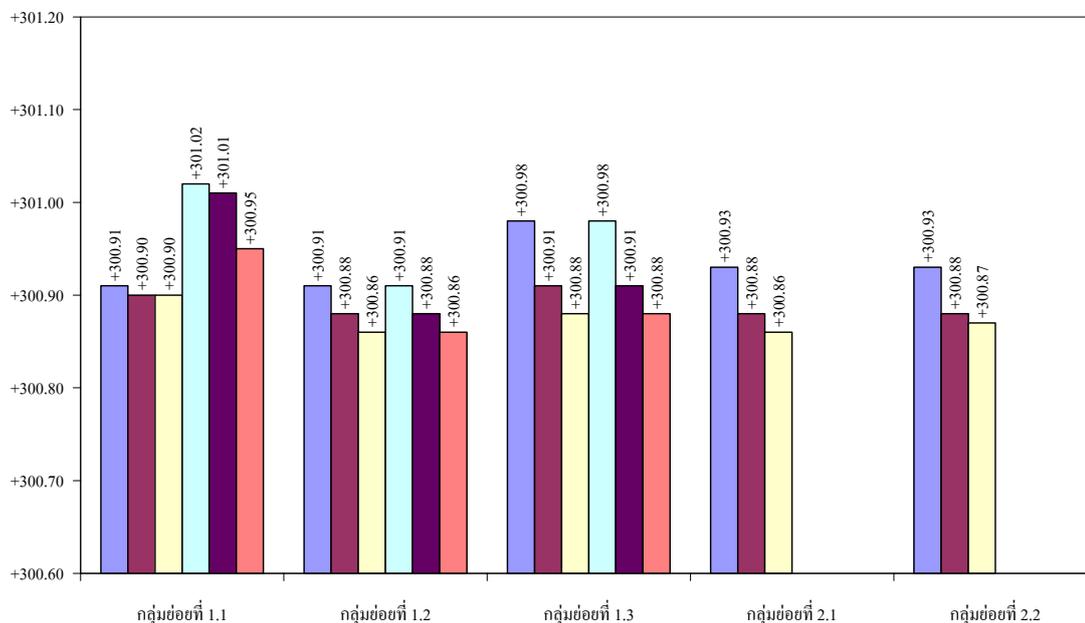
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 33+000 บ้านคอนมูล



ภาพที่ 48 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 33+000 บ้านคอนมูล

จากภาพที่ 48 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 33+000 บ้านคอนมูล หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +291.20 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +297.00 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +296.09 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 33+000 บ้านคอนมูล แสดงดังในภาพผนวกที่ ค11 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม ที่ระดับน้ำ +301.71 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 1.29 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 14 ชั่วโมง 2 นาที

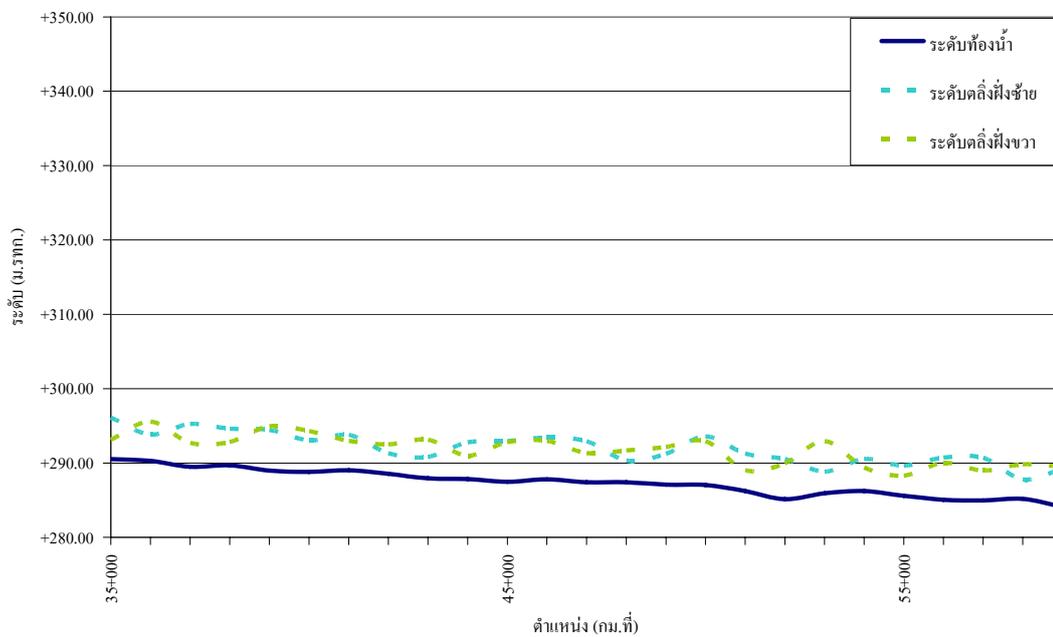
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 34+000 บ้านทุ่งจีเสือ



ภาพที่ 49 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 34+000 บ้านทุ่งจีเสือ

จากภาพที่ 49 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 34+000 บ้านทุ่งจีเสือ หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +290.98 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +294.52 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +295.63 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 34+000 บ้านทุ่งจีเสือ แสดงดังในภาพผนวกที่ ค12 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.4. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม ที่ระดับน้ำ +301.02 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 1.02 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 14 ชั่วโมง 52 นาที

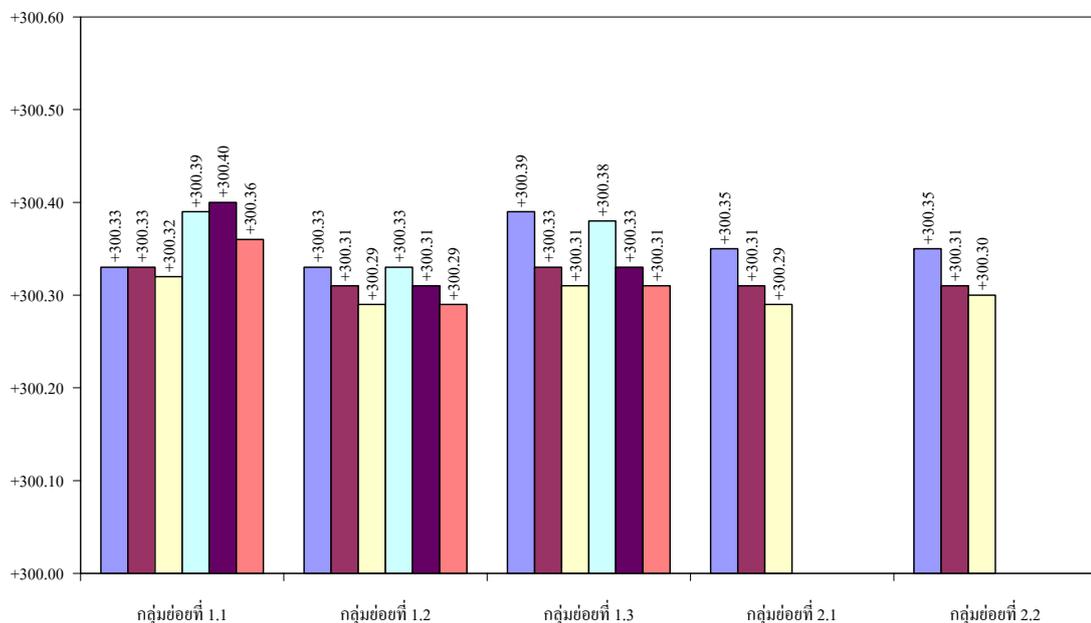
3. การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดช่วงตำแหน่งที่ กม. 35+000 ถึง 59+000



ภาพที่ 50 หน้าตัดตามยาวของลำน้ำแม่กวังช่วงตำแหน่งที่ กม. 35+000 ถึง 59+000

รายละเอียดของการเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งสำคัญในช่วงตำแหน่งที่ กม. 35+000 ถึง 59+000 แสดงดังภาพที่ 36 ซึ่งมีความลาดชันลำน้ำประมาณ 0.00027 รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

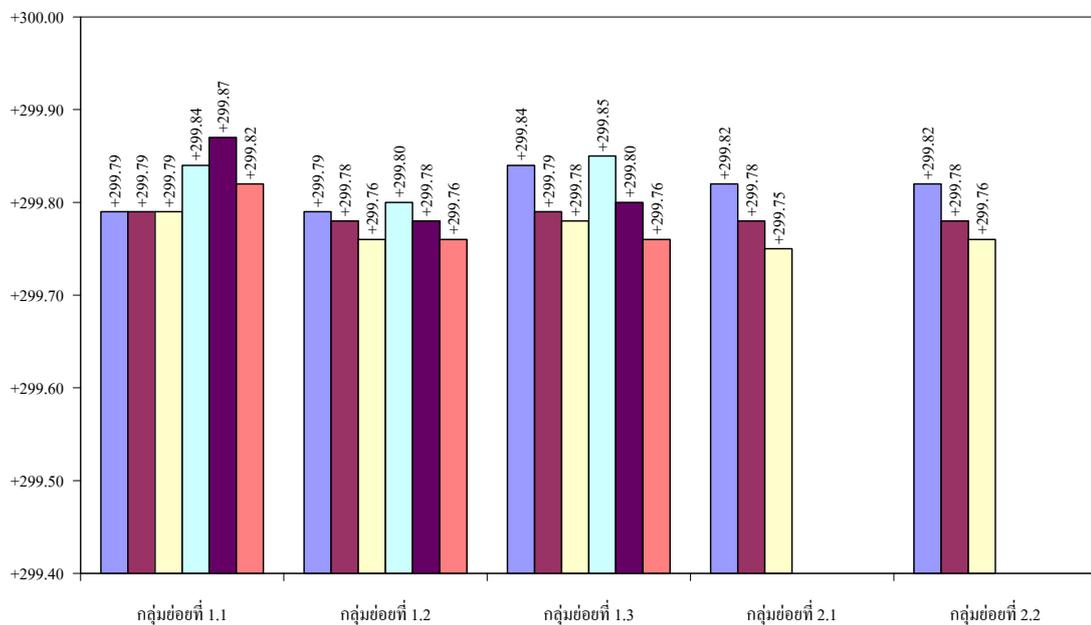
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 36+000 บ้านริมกว



ภาพที่ 51 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 36+000 บ้านริมกว

จากภาพที่ 51 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 36+000 บ้านริมกว หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +209.29 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +293.82 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +295.56 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 36+000 บ้านริมกว แสดงดังในภาพผนวกที่ ค13 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของ รอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม ที่ระดับน้ำ +300.40 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 2.40 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมง 15 นาที

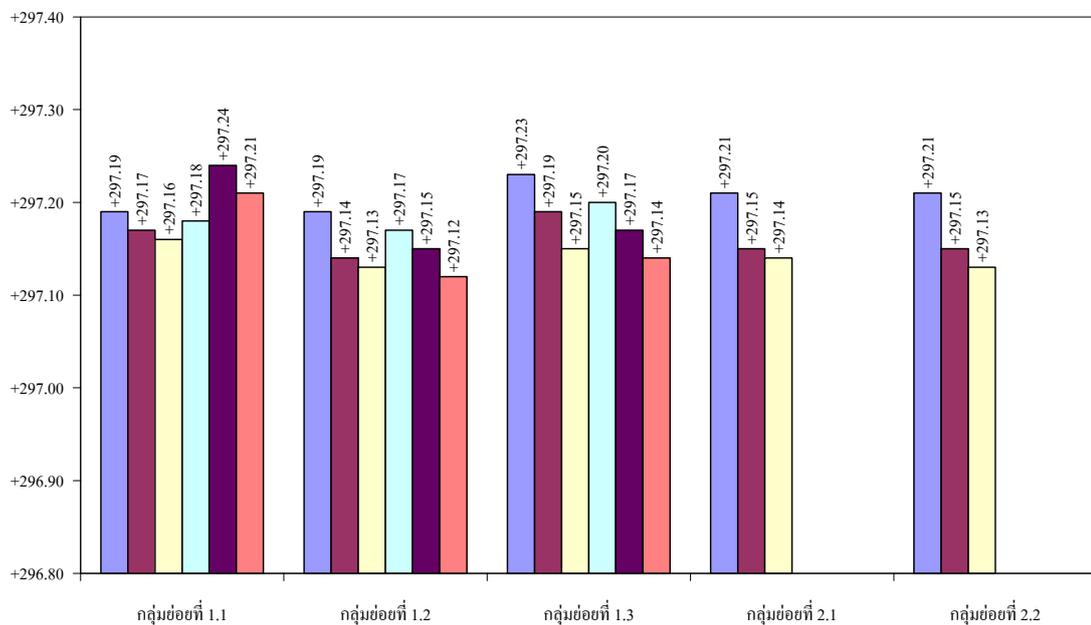
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 38+000 บ้าน โละป่าตอง



ภาพที่ 52 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 38+000 บ้าน โละป่าตอง

จากภาพที่ 52 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 38+000 บ้าน โละป่าตอง หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +289.68 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +294.63 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +292.82 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 38+000 บ้าน โละป่าตอง แสดงดังในภาพผนวกที่ ค14 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม ที่ระดับน้ำ +299.87 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 1.87 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 19 ชั่วโมง 30 นาที

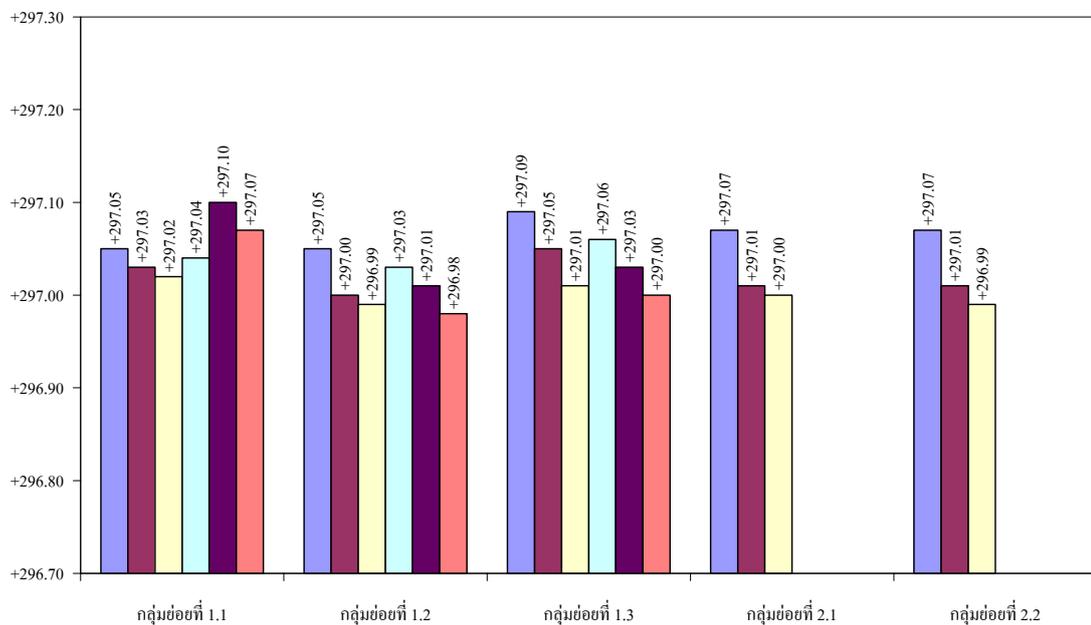
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 49+000 บ้านปิงห่าง



ภาพที่ 53 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 49+000 บ้านปิงห่าง

จากภาพที่ 53 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 49+000 บ้านปิงห่าง หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +287.10 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +291.24 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +292.14 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 49+000 บ้านปิงห่าง แสดงดังในภาพผนวกที่ ค15 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม ที่ระดับน้ำ +297.24 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 1.74 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 22 ชั่วโมง 5 นาที

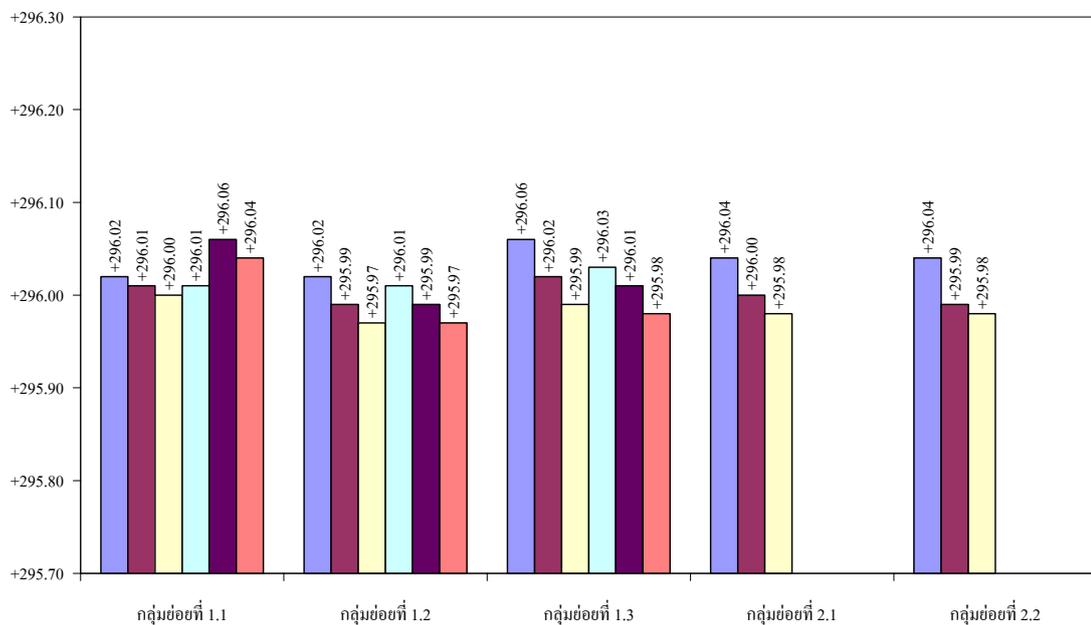
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 50+000 บ้านสถานีรถไฟ



ภาพที่ 54 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 50+000 บ้านสถานีรถไฟ

จากภาพที่ 54 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 50+000 บ้านสถานีรถไฟ หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +287.04 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +293.58 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +292.92 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 50+000 บ้านสถานีรถไฟ แสดงดังในภาพผนวกที่ ค16 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม ที่ระดับน้ำ +297.10 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 1.10 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 22 ชั่วโมง 9 นาที

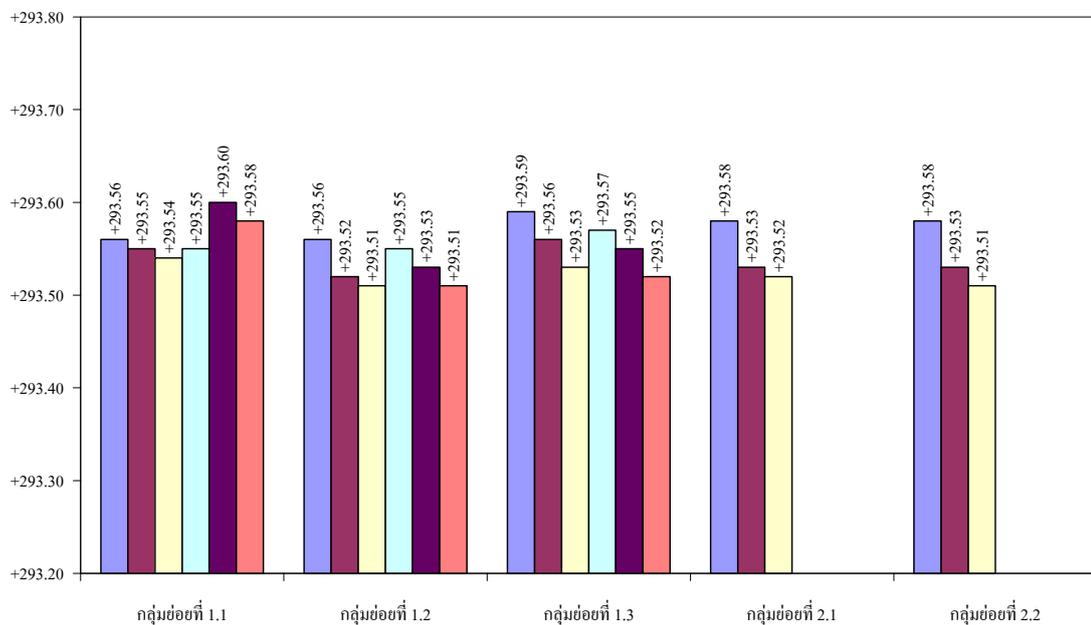
- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 53+000 อ.เมืองลำพูน



ภาพที่ 55 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 53+000 อ.เมืองลำพูน

จากภาพที่ 55 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 53+000 อ.เมืองลำพูน หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +285.94 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +288.83 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +292.94 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 53+000 อ.เมืองลำพูน แสดงดังในภาพผนวกที่ 17 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม ที่ระดับน้ำ +296.06 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 6.05 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 22 ชั่วโมง 16 นาที

- การเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 58+000 บ้านศรีข้อย



ภาพที่ 56 ระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 58+000 บ้านศรีข้อย

จากภาพที่ 56 แสดงถึงระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ กม. 58+000 บ้านศรีข้อย หน้าตัดลำน้ำที่จุดนี้มีระดับท้องน้ำอยู่ที่ +285.18 ม.รทก. ระดับตลิ่งฝั่งซ้ายอยู่ที่ +287.79 ม.รทก. และระดับตลิ่งฝั่งขวาอยู่ที่ +289.83 ม.รทก. หน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งที่ กม. 58+000 บ้านศรีข้อย แสดงดังในภาพผนวกที่ ค18 ระดับน้ำสูงสุดเกิดในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5. ลักษณะของรอยแยกแบบสามเหลี่ยม ที่ระดับน้ำ +293.60 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 3.67 เมตร ใช้ระยะเวลาการเกิดนับจากเขื่อนเริ่มพังเป็นระยะเวลา 22 ชั่วโมง 44 นาที

4. ระดับน้ำสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้จากการเกิดการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

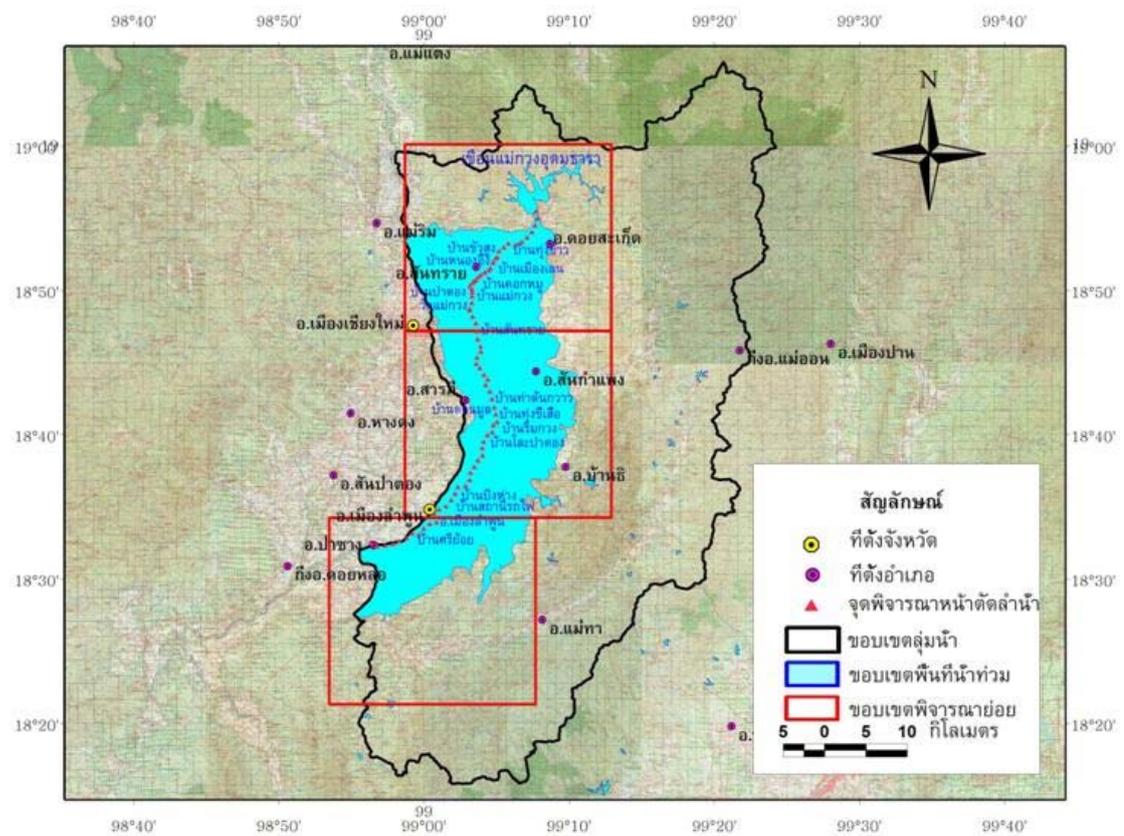
จากการวิเคราะห์การไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำกรณีการเกิดการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราจากทุกกรณีศึกษาทำให้สามารถทราบได้ว่าระดับน้ำสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ ดังตารางที่ 13 ซึ่งสามารถนำไปกำหนดขอบเขตน้ำท่วม และจัดทำแผนที่น้ำท่วมได้

ตารางที่ 13 สรุประดับน้ำสูงสุดที่สามารถเกิดได้จากแต่ละกรณีศึกษาเพื่อนำไปจัดทำแผนที่น้ำท่วม

ตำแหน่ง (กม.ที่)	ที่ตั้ง	ระดับน้ำ	ความสูงของ	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุด	จากกรณีศึกษาที่
		สูงสุด (ม.รทก.)	น้ำเหนือตลิ่ง (ม.)	หลังจากเขื่อนเริ่มพัง	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+327.24	2.24	4 ชั่วโมง 19 นาที	1.3.4.
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.67	0.67	4 ชั่วโมง 30 นาที	1.3.4.
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+323.00	2.00	4 ชั่วโมง 54 นาที	1.3.4.
11+000	บ้านเมืองเลน	+321.06	2.06	5 ชั่วโมง 7 นาที	1.3.4.
14+000	บ้านคอกหมู	+316.94	1.94	5 ชั่วโมง 48 นาที	1.3.4.
15+000	บ้านป่าตอง	+315.19	1.19	5 ชั่วโมง 56 นาที	1.3.4.
16+000	บ้านแม่กวง	+314.09	2.09	6 ชั่วโมง 3 นาที	1.3.4.
17+000	วัดแม่กวง	+312.24	1.24	6 ชั่วโมง 11 นาที	1.3.4.
21+000	บ้านสันทราย	+307.96	1.46	7 ชั่วโมง 9 นาที	1.3.4.
32+000	บ้านท่าคันกวาว	+302.06	2.06	13 ชั่วโมง 44 นาที	1.1.4.
33+000	บ้านดอนมูล	+301.71	1.29	14 ชั่วโมง 2 นาที	1.1.4.
34+000	บ้านทุ่งขี้เสือ	+301.02	1.02	14 ชั่วโมง 52 นาที	1.1.4.
36+000	บ้านริมกวง	+300.40	2.40	18 ชั่วโมง 15 นาที	1.1.5.
38+000	บ้านโละป่าตอง	+299.87	1.87	19 ชั่วโมง 30 นาที	1.1.5.
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.24	1.74	22 ชั่วโมง 5 นาที	1.1.5.
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.10	1.10	22 ชั่วโมง 9 นาที	1.1.5.
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.06	6.05	22 ชั่วโมง 16 นาที	1.1.5.
58+000	บ้านศรีข้อย	+293.60	3.67	22 ชั่วโมง 44 นาที	1.1.5.

การกำหนดขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม

จากการรวบรวมระดับน้ำสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ ดังตารางที่ 13 ได้นำมาใช้ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม โดยอาศัยแผนที่ 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารจะได้ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมดังภาพที่ 57 และภาคผนวก จ



ภาพที่ 57 แผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่

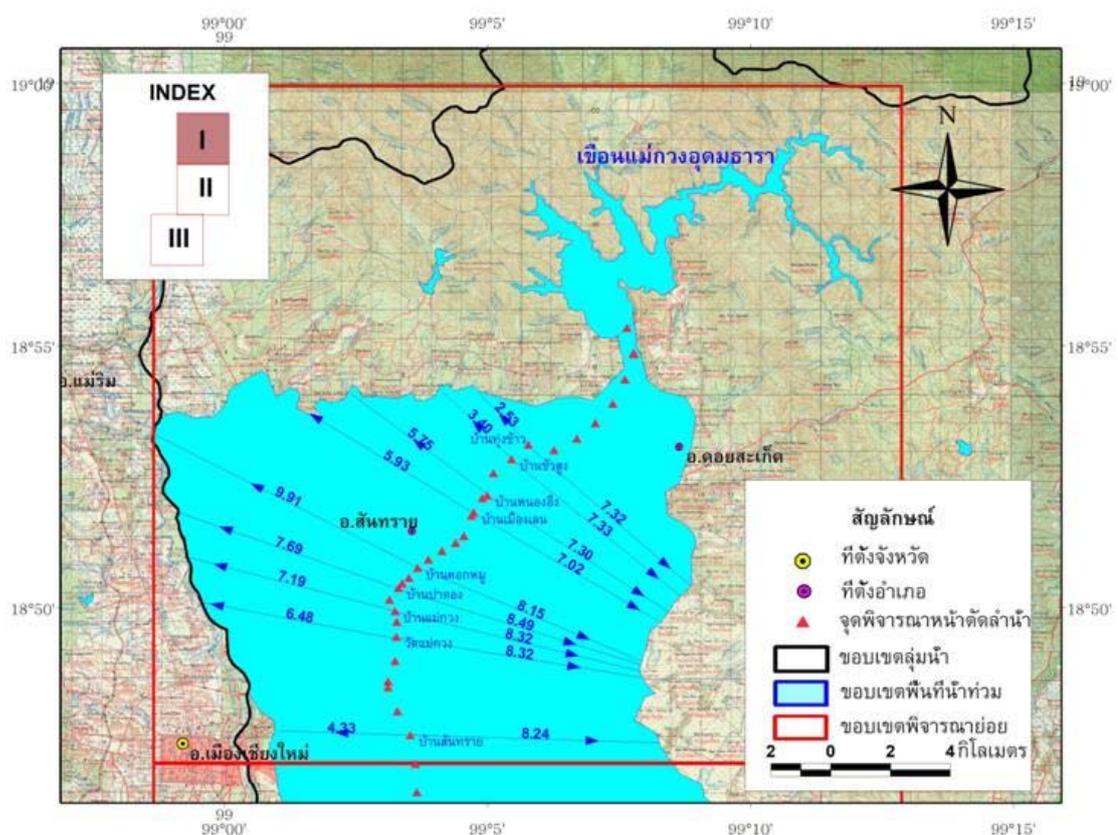
จากแผนที่น้ำท่วมที่ได้ทำให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. การพิจารณาขนาดของพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดขึ้น

ขนาดของพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากการจัดทำแผนที่น้ำท่วมมีขนาดประมาณ 632.79 ตารางกิโลเมตร ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่เขื่อนแม่กวงอุดมธารา จนถึงจุดบรรจบของแม่น้ำ แม่กวง-แม่ปิง และครอบคลุมพื้นที่ อ.คอยสะเก็ด อ.สันทราย อ.สันกำแพง อ.สารภี และ อ.เมืองลำพูน ดังแสดงในภาพที่ 57 และภาคผนวก จ

2. การพิจารณาระยะจากหน้าตัดลำน้ำถึงจุดไกลสุดที่เกิดน้ำท่วม

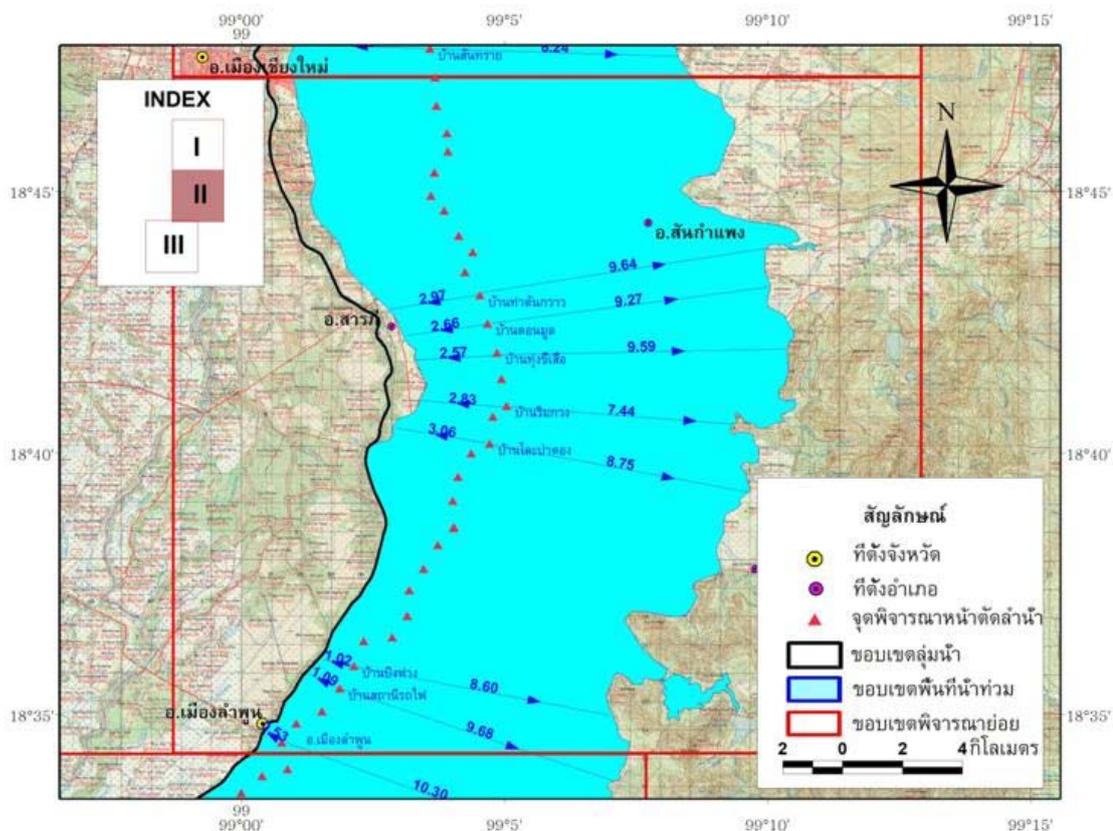
จากพื้นที่น้ำท่วมที่ได้ทำการวัดระยะจากหน้าตัดลำน้ำออกไปทางด้านข้างของหน้าตัดลำน้ำถึงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วม



ภาพที่ 58 ระยะที่วัดได้จากหน้าตัดลำน้ำไปถึงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ส่วนที่ 1

จากภาพที่ 58 ทำให้ทราบว่า

- ตำแหน่งที่ 7+000 ที่บ้านทุ่งข้าวตอก มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 7.32 กม. และทางด้านขวา 2.53 กม.
- ตำแหน่งที่ 8+000 ที่บ้านข้าวสูง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 7.33 กม. และทางด้านขวา 3.40 กม.
- ตำแหน่งที่ 10+000 ที่บ้านหนองอึ่ง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 7.30 กม. และทางด้านขวา 5.75 กม.
- ตำแหน่งที่ 11+000 ที่บ้านเมืองเลน มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 7.02 กม. และทางด้านขวา 5.93 กม.
- ตำแหน่งที่ 14+000 ที่บ้านคอกหมู มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 8.15 กม. และทางด้านขวา 9.91 กม.
- ตำแหน่งที่ 15+000 ที่บ้านป่าตอง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 8.49 กม. และทางด้านขวา 7.69 กม.
- ตำแหน่งที่ 16+000 ที่บ้านแม่กว้ง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 8.32 กม. และทางด้านขวา 7.19 กม.
- ตำแหน่งที่ 17+000 ที่วัดแม่กว้ง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 8.32 กม. และทางด้านขวา 6.45 กม.
- ตำแหน่งที่ 21+000 ที่บ้านสันทราย มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 8.24 กม. และทางด้านขวา 4.33 กม.

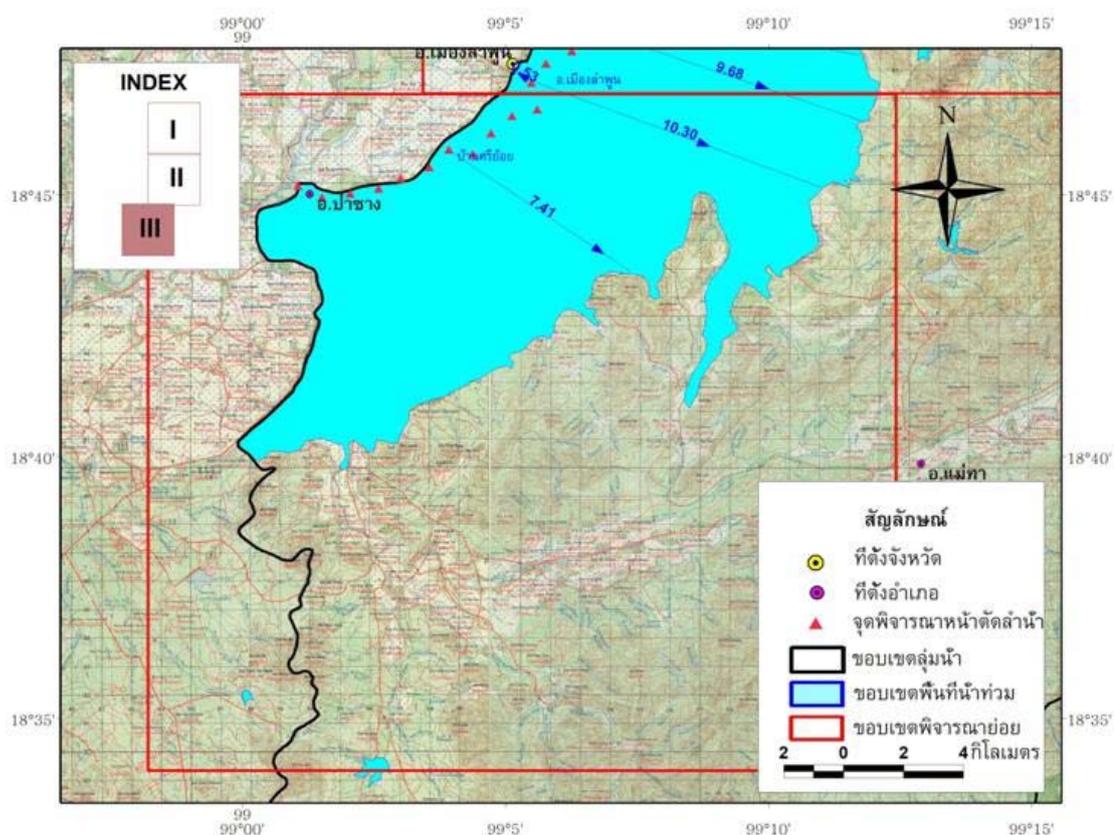


ภาพที่ 59 ระยะที่วัดได้จากหน้าตัดลำน้ำไปถึงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ส่วนที่ 2

จากภาพที่ 59 ทำให้ทราบว่า

- ตำแหน่งที่ 32+000 ที่บ้านท่าคันนาวง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 9.64 กม. และทางด้านขวา 2.87 กม.
- ตำแหน่งที่ 33+000 ที่บ้านคอนมูล มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 9.27 กม. และทางด้านขวา 2.56 กม.
- ตำแหน่งที่ 34+000 ที่บ้านทุ่งขี้เสือ มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 9.59 กม. และทางด้านขวา 2.57 กม.

- ตำแหน่งที่ 36+000 ที่บ้านริมกวง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 7.44 กม. และทางด้านขวา 2.83 กม.
- ตำแหน่งที่ 38+000 ที่บ้าน โลปะตอง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 8.75 กม. และทางด้านขวา 3.06 กม.
- ตำแหน่งที่ 49+000 ที่บ้านปึงห่าง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 8.60 กม. และทางด้านขวา 1.02 กม.
- ตำแหน่งที่ 50+000 ที่บ้านสถานีรถไฟ มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 9.68 กม. และทางด้านขวา 1.09 กม.



ภาพที่ 60 ระยะที่วัดได้จากหน้าตัดลำน้ำไปถึงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ส่วนที่ 3

จากภาพที่ 60 ทำให้ทราบว่า

- ตำแหน่งที่ 53+000 ที่ อ.เมืองลำพูน มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 10.30 กม. และทางด้านขวา 0.33 กม.
- ตำแหน่งที่ 58+000 ที่บ้านศรี้อย มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางซ้าย 7.41 กม.

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการศึกษากการพังของเขื่อนในลักษณะต่างๆ เพื่อคำนวณปริมาณการไหลผ่านรอยแยกจากการพังของเขื่อน และศาสตร์การไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การจำลองการพังทลายของเขื่อน

การจำลองการพังทลายของเขื่อนได้ทำการพิจารณาการพังแบบค่อยเป็นค่อยไป (Gradually Failure) ซึ่งจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์การพังทลายของเขื่อน ที่มีผลต่อปริมาณการไหลผ่านรอยแยกสูงสุด เวลาที่เกิดการไหลสูงสุดผ่านรอยแยก และรูปร่างสุดท้ายของรอยแยก

1.1. การเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)

ค่าพารามิเตอร์ที่ได้ทำการพิจารณาในกรณีการเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ได้แก่ ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) และค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) เมื่อเพิ่มมากขึ้น จะมีผลทำให้ปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกมีค่ามากขึ้น และระยะเวลาที่เขื่อนเริ่มพังจนถึงเวลาที่เกิดการไหลสูงสุดมีระยะเวลาที่สั้นลง ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) เมื่อเพิ่มมากขึ้น จะมีผลทำให้ปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกมีค่าลดลง และระยะเวลาที่เขื่อนเริ่มพังจนถึงเวลาที่เกิดการไหลสูงสุดไม่มีการเปลี่ยนแปลง และค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) เมื่อเพิ่มมากขึ้น จะมีผลทำให้ปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกมีค่ามากขึ้น และระยะเวลาที่เขื่อนเริ่มพังจนถึงเวลาที่เกิดการไหลสูงสุดมีระยะเวลาที่สั้นลง

ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อรูปร่างสุดท้ายของรอยแยก พบว่า ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) เมื่อเพิ่มมากขึ้น จะมีผลทำให้รอยแยกเกิดการขยายตัวออกด้านข้างเร็วขึ้น

และเมื่อไม่ใส่ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) จะเกิดรอยแยกรูปร่างสามเหลี่ยม ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) เมื่อเพิ่มมากขึ้น จะมีผลทำให้ด้านข้างของรอยแยกมีความลาดเอียงมากขึ้น และเมื่อไม่ใส่ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) จะเกิดรอยแยกรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า และค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) เมื่อเพิ่มมากขึ้น จะมีผลทำให้รูปร่างสุดท้ายของรอยแยกเกิดความกว้างมากที่สุด ทั้งความกว้างด้านบน และด้านล่างของรอยแยก

1.2. การเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping)

การเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ที่ได้ทำการพิจารณาเพียงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) และค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) เนื่องจากการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ไม่จำเป็นที่จะต้องกรอกค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) และจากการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) และค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) นั้นพบว่า ความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์กับปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยก และระยะเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด ไม่เหมือนกับการเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน

ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อรูปร่างสุดท้ายของรอยแยก พบว่า รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายจากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในกรณีการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน หลังจากเริ่มพังทลายแล้วรูปร่างของรอยแยกจะเปลี่ยนไปเป็นการไหลแบบไหลล้นข้ามสันเขื่อน ซึ่งหลังจากนี้การขยายตัวของรอยแยกเป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด

2. การจำลองการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำ

การจำลองการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำกรณีสมมติการพังของเขื่อนแม่กวงอุดมธารานั้นจากการที่แบ่งทางน้ำออกเป็น 3 ช่วง ทำให้แต่ละช่วงสามารถเกิดระดับน้ำสูงสุด ระยะเวลาที่เกิด และการขยายตัวของน้ำท่วม แสดงดังตารางที่ 13 ซึ่งสรุปตำแหน่งที่สำคัญได้ดังต่อไปนี้

- ช่วงลำน้ำตำแหน่งที่ กม. 0+000 ถึง 22+000 ซึ่งมีความลาดชันของทางน้ำประมาณ 0.00170 นั้นตำแหน่งที่สำคัญอยู่ในตำแหน่งที่ 16+000 ที่บ้านแม่กวง สามารถที่จะเกิดระดับน้ำท่วม +314.09 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 2.09 ม. ใช้ระยะเวลาการเกิดระดับน้ำสูงสุดประมาณ 6 ชั่วโมง 3 นาที นับจากเขื่อนเริ่มพัง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 8.32 กม. และทางด้านขวา 7.19 กม.

- ช่วงลำน้ำตำแหน่งที่ กม. 22+000 ถึง 35+000 ซึ่งมีความลาดชันของทางน้ำประมาณ 0.00056 นั้น ในตำแหน่งที่ 32+000 ที่บ้านท่าคันกวาว สามารถที่จะเกิดระดับน้ำท่วม +302.06 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 2.06 ม. ใช้ระยะเวลาการเกิดระดับน้ำสูงสุดประมาณ 13 ชั่วโมง 44 นาที นับจากเขื่อนเริ่มพัง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 9.64 กม. และทางด้านขวา 2.87 กม.

- ช่วงลำน้ำตำแหน่งที่ กม. 35+000 ถึง 59+000 ซึ่งมีความลาดชันของทางน้ำประมาณ 0.00027 นั้น ในตำแหน่งที่ 53+000 ที่ อ.เมืองลำพูน สามารถที่จะเกิดระดับน้ำท่วม +296.06 ม.รทก. สูงจากตลิ่ง 6.05 ม. ใช้ระยะเวลาการเกิดระดับน้ำสูงสุดประมาณ 22 ชั่วโมง 16 นาที นับจากเขื่อนเริ่มพัง มีการขยายของพื้นที่น้ำท่วมไปทางด้านซ้ายของลำน้ำเป็นระยะ 10.30 กม. และทางด้านขวา 0.33 กม.

การขยายตัวของระดับน้ำท่วมทำให้เกิดพื้นที่น้ำท่วมในกรณีสมมติการพังของเขื่อนแม่กวง อุดมธารา มีขนาดประมาณ 632.79 ตารางกิโลเมตร ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่เขื่อนแม่กวงอุดมธารา จนถึงจุดบรรจบของแม่น้ำ แม่กวง-แม่ปิง และครอบคลุมพื้นที่ อ.คอยสะเก็ด อ.สันทราย อ.สันกำแพง อ.สารภี และ อ.เมืองลำพูน

3. การกำหนดขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม

การจัดทำแผนที่น้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำกรณีการเกิดการพังทลายของเขื่อนดำเนินการโดยใช้ข้อมูลระดับน้ำสูงสุดตลอดช่วงแม่น้ำแม่กวงที่ได้จากแต่ละกรณีศึกษา ซึ่งเป็นผลจากแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD Module) และเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ที่ได้จากแผนที่ 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร โดยในการทำแผนที่น้ำท่วมได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม ArcView GIS ซึ่งผลที่ได้ค่อนข้างหายากเนื่องจากข้อมูลเส้นชั้นความสูงที่ใช้ยังมีความละเอียดไม่เพียงพอ

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ทางด้านท้ายน้ำมีผลการศึกษาที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น จึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากเขื่อนแม่กวงอุคฆรรมาได้มีการก่อสร้างแล้วเสร็จมาเป็นระยะเวลาาน ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุแกนเขื่อนจึงไม่สามารถหาได้ ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลการคำนวณปริมาณการไหลผ่านรอยแยกที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ควรจะต้องมีการทดสอบใช้วัสดุแกนเขื่อนของเขื่อนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเขื่อนแม่กวงอุคฆรรมาใช้ในการจำลองการพังทลายของเขื่อน

2. ในกรณีที่มีข้อมูลสภาพภูมิประเทศที่ละเอียด จึงควรที่จะพิจารณาการไหลทางด้านท้ายน้ำในลักษณะการไหลแบบสองมิติในพื้นที่น้ำนอง ซึ่งจะทำได้ผลการคำนวณที่ละเอียดและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. การกำหนดแผนที่น้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำควรที่จะใช้แผนที่ที่มีความละเอียดมากกว่าแผนที่ 1:50,000 เพื่อให้ได้ขอบเขตแผนที่น้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำที่ละเอียดยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จักรรัฐ รัตนโชติ. 2550. การศึกษาการพังทลายของเขื่อนและจำลองแบบการไหลของคลื่นน้ำป่า
อ่างเก็บน้ำคลองสะเดา จังหวัดสงขลา. การศึกษาค้นคว้าอิสระ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

ธวัช ตันติธีรวิทย์. 2530. การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคเหนือ
ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นุชนารด ศรีวงศิตานนท์. 2540. การศึกษาสภาวะน้ำท่วมของลุ่มน้ำปึงตอนบน โดยการประยุกต์ใช้
แบบจำลอง MIKE 11. วิศวกรรมสารเกษตรศาสตร์ 12(35): น.113-145.

นุชนารด ศรีวงศิตานนท์. 2545. เอกสารประกอบการสอน วิชาการจำลองสภาวะน้ำท่วม.
ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

น้ำทิพย์ สร้อยสังวาล. 2547. การจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีสมมติเกิดการพังทลาย
ของเขื่อนคลองมะเดื่อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยุพิน จันดา. 2542. การพยากรณ์สภาวะน้ำท่วมในลุ่มน้ำบางปะกงด้วยแบบจำลอง MIKE 11.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วริยา ผาฟองขุน. 2543. การพยากรณ์สภาวะน้ำท่วมในลุ่มน้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลอง
คณิตศาสตร์ RUBICON. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Danish Hydraulic Institute(DHI). 2003. **MIKE 11 User Manual.**

Danish Hydraulic Institute(DHI). 2003. **MIKE 11 Reference Manual.**

- Das, B. 1990. **Dam Break Models Comparing the MIKE11 and NWS-DMBRK Modeling System.** M. Eng. Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Johnson, F.A. and P. Illes. 1976. **Classification of Dam Failures.** Water Power and Dam Construction, Dec., pp. 43-45
- Pumthong, P. 1985. **Numerical Modeling of Dam-Break Wave in Open Channels.** AIT Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Singh, K.P. and P.D. Scarlatos. 1988. **Analysis of Gradual Earth-Dam Failure.** J. Hydraul. Eng. ASCE. Vol. 114 (HY1): 21-42.
- Sinthananopakhun, N. 1991. **Simulation of Downstream Flooding Due to an Assumed Breaching of the Bang Lang Dam., Thailand.** AIT Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Sri-Amporn, W. 1989. **Prediction of Flash Floods Due to an Assumed Failure of Bhumibol Dam., North of Thailand.** AIT Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Tingsanchali, T. 1996. **Flood and Human Interaction.** Professorial Inaugural Lecture, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Wattanaprateep, T. 1987. **Two-Dimensional Propagation of Dam-Break Wave.** Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Wurbs, R.A. 1987. **Dam-Breach Flood Wave Models.** J. Hydraul. Eng ASCE. Vol. 113 (HY1): 29-46.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ความเป็นมาของโครงการเชื่อมแม่กวางอุดมธารา

ความเป็นมาของโครงการเขื่อนแม่กวงอุทมาธารา

การพัฒนางานชลประทานในกลุ่มน้ำแม่กวงนั้น ได้เริ่มขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. 2472 พระองค์เจ้าวรเดช ได้เคยวางแผนจะสร้างฝายทดน้ำพร้อมเหมืองส่งน้ำ เพื่อช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกในเขตอำเภอดอยสะเก็ดและอำเภอสันกำแพง ราคาค่าก่อสร้างประมาณ 8 ล้านบาท แต่เนื่องจากขาดงบประมาณสนับสนุนโครงการดังกล่าวจึงต้องล้มเลิกไป ต่อมาในปี พ.ศ. 2473 เจ้าราชภาติกัญญา ได้สร้างฝายกั้นลำน้ำแม่กวง ที่ดอยลอง บ้านผาแตก ซึ่งฝายดังกล่าวได้ถูกกระแสน้ำพัดพังเสียหายทุกปีจนไม่สามารถจะซ่อมแซมให้ใช้การได้ดี ในปี พ.ศ. 2488 กรมชลประทาน ได้เริ่มสำรวจจุดก่อสร้างใหม่ ซึ่งอยู่ต่ำกว่าฝายผาแตกเดิม ประมาณ 2 กม. และวางแนวคลองใหม่ เพื่อช่วยเหลือพื้นที่อีกประมาณ 25,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2491 ได้ก่อสร้างฝายหินทิ้งขึ้น สำหรับระบบส่งน้ำได้ใช้เหมืองส่งน้ำเดิมของราษฎร ได้แก่ คลองผาแตกบางส่วน คลองเกาะมะดัน และคลองเมืองวะ สามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกออกไปได้ถึง 60,000 ไร่ ต่อมาในปี พ.ศ. 2499 ได้เกิดอุทกภัยขึ้นอีกทำให้ฝายชำรุดเสียหายมาก ในปี พ.ศ. 2500 กรมชลประทาน จึงได้ปรับปรุงฝายเดิมโดยการเทคอนกรีตผสมหินใหญ่ ทับหน้าฝายหินทิ้งเดิม และขยายตัวฝายจากเดิมยาว 80 ม. เป็น 120 ม. พร้อมทั้งปรับปรุงอาคารประกอบ รวมทั้งขุดลอกคลองส่งน้ำเพื่อขยายพื้นที่ส่งน้ำของราษฎรเพิ่มขึ้นเป็น 74,750 ไร่ และกรมชลประทานได้เริ่มสำรวจเกี่ยวกับสภาพต่างๆ ของลำน้ำแม่กวง เพื่อการศึกษาพัฒนาทั้งลุ่มน้ำต่อไปให้ได้ประโยชน์สูงสุด

ในวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2519 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้เสด็จพระราชดำเนินเยี่ยมราษฎรในท้องที่อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ และได้เสด็จพระราชดำเนินมายังบริเวณโครงการชลประทานแม่กวง และบริเวณที่จะก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำในพื้นที่ตำบลหลวงเหนือ อำเภอดอยสะเก็ด ได้พระราชทานพระราชดำริให้กรมชลประทานสำรวจและศึกษาการพัฒนาลำน้ำสาขาของลำน้ำแม่กวง ในระหว่างการก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ และให้กรมชลประทาน จัดหาที่ดินทำกินใหม่แก่ราษฎรซึ่งจะถูกน้ำท่วมหลังการก่อสร้างเขื่อนด้วย

คณะรัฐมนตรี ได้อนุมัติให้กรมชลประทานเริ่มงานก่อสร้างเบื้องต้น เมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2519 ดังนั้น กรมชลประทานได้เริ่มสำรวจออกแบบและก่อสร้างงานเบื้องต้นใน พ.ศ. 2520 พร้อมทั้งขอความช่วยเหลือจากรัฐบาลญี่ปุ่น ในการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ เพื่อขอใช้เงินกู้จากต่างประเทศต่อไป ซึ่งคณะรัฐมนตรีอนุมัติให้ใช้เงินกู้ของรัฐบาลญี่ปุ่น รวมทั้งสิ้น 4 สัญญา ในระหว่าง พ.ศ. 2525 ถึง พ.ศ. 2530 รวมเป็นเงินกู้ที่ใช้ในโครงการนี้ 7,003.5 ล้านบาท

งานก่อสร้างเขื่อนแม่กวางอุดมธารา และระบบส่งน้ำชลประทาน ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จ สมบูรณ์ตามแผนพัฒนาเกษตรชลประทานแม่กวาง ในปี พ.ศ. 2536

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อเขื่อนเก็บกักน้ำ โครงการชลประทานแม่กวาง ให้กับกรมชลประทาน ตามที่ได้กราบบังคมทูลพระกรุณาขอพระราชทานชื่อว่า “เขื่อนแม่กวางอุดมธารา” เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2538

ลักษณะสำคัญของโครงการ

รายละเอียดโครงการที่สำคัญโดยสรุปดังนี้

ที่ตั้งโครงการ

เขื่อนแม่กวางอุดมธารา สร้างปิดกั้นลำน้ำแม่กวางที่เส้นรุ้ง 18 องศา 55 ลิปดา 32 พิลิปดา เหนือ และเส้นแวงที่ 99 องศา 7 ลิปดา 41 พิลิปดา ตะวันออก ที่บริเวณตำบลหลวงเหนือ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

ลักษณะสำคัญทางอุตุนิยมวิทยา

พื้นที่รับน้ำฝนเหนือที่ตั้งเขื่อน	569	ตร.กม.
ความยาวของลำน้ำเหนือจุดที่ตั้งเขื่อน	45	กม.
ความลาดเทเฉลี่ยของกลุ่มน้ำเหนือจุดที่ตั้งเขื่อนประมาณ	1 : 100	
ปริมาณฝนตกเฉลี่ยของกลุ่มน้ำปีละประมาณ	1,200	มม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยปีละ	238.25	ล้าน ลบ.ม.
อัตราการระเหยเฉลี่ยปีละประมาณ	1,233	มม.

อ่างเก็บน้ำ

ระดับน้ำสูงสุด	+387.80	ม.รทก.
ระดับน้ำเก็บกัก	+385.00	ม.รทก.
ระดับน้ำต่ำสุด	+350.00	ม.รทก.
ความจุของอ่างเก็บน้ำที่ระดับน้ำสูงสุดประมาณ	295	ล้าน ลบ.ม.
ความจุของอ่างเก็บน้ำที่ระดับเก็บกัก	263	ล้าน ลบ.ม.
ความจุของอ่างเก็บน้ำที่ระดับต่ำสุด	14	ล้าน ลบ.ม.
ปริมาณน้ำเก็บกักใช้งาน	249	ล้าน ลบ.ม.
พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำเก็บกัก	11.80	ตร.กม.

เขื่อนเก็บกักน้ำ

เขื่อนเก็บกักน้ำเป็นประเภทเขื่อนดิน โดยใช้ดินหลายชนิดถมบดอัดแน่น (Zoned Embankment) มี 3 เขื่อน คือ เขื่อนแม่กวงอุดมธารา เขื่อนดินปิดช่องเขาขาดฝั่งขวา และเขื่อนดินปิดช่องเขาขาดฝั่งซ้าย

เขื่อนแม่กวงอุดมธารา

ระดับสันเขื่อน	+390.00	ม.รทก.
ความสูงของสันเขื่อน	68	ม.
ความยาวของสันเขื่อน	610	ม.
ความกว้างของสันเขื่อน	10	ม.
ปริมาณดินถมบดอัดแน่นตัวเขื่อน	4.9	ล้าน ลบ.ม.

เขื่อนดินปิดช่องเขาขาดฝั่งขวา

ระดับสันเขื่อน	+390.00	ม.รทก.
ความสูงของสันเขื่อน	42	ม.
ความยาวของสันเขื่อน	640	ม.
ความกว้างของสันเขื่อน	8	ม.
ปริมาณดินถมบดอัดแน่นตัวเขื่อน	1.16	ล้าน ลบ.ม.

เขื่อนดินปิดช่องเขาขาดฝั่งซ้าย

ระดับสันเขื่อน	+390.00	ม.รทก.
ความสูงของสันเขื่อน	54	ม.
ความยาวของสันเขื่อน	655	ม.
ความกว้างของสันเขื่อน	10	ม.
ปริมาณดินถมบดอัดแน่นตัวเขื่อน	2.73	ล้าน ลบ.ม.

อาคารทางระบายน้ำล้น

เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก สร้างอยู่ระหว่างเขื่อนแม่กวงอุดมธารา และเขื่อนดินปิดช่องเขาขาดฝั่งขวา ทางระบายน้ำล้นมีลักษณะเป็นฝายรูปพัด (Fan Shape) โดยมีสันทางระบายน้ำล้นยาว 150 ม. มีรางเทต่อจากฝายกว้าง 40 ม. ยาว 96.28 ม. สร้างต่อไปจนถึงแอ่งรับน้ำนิ่ง สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 1,470 ลบ.ม./วินาที

อุโมงค์ส่งน้ำลงลำน้ำเดิม

เป็นอุโมงค์คอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.20 ม. ยาว 385.93 ม. ในช่วงท้ายยาวประมาณ 100 ม. หุ้มด้วยเหล็ก เจาะผ่านภูเขาทางด้านฝั่งซ้ายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา สามารถส่งน้ำได้สูงสุด 12 ลบ.ม./วินาที

อาคารควบคุมการระบายน้ำอยู่ทางด้านท้ายน้ำของท่อส่งน้ำ

ติดตั้งประตูรับแรงดันสูงแบบผีเสื้อ (Butterfly Valve) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.20 ม. 1 ชุด เครื่องวัดความเร็วของกระแส น้ำ 1 ชุด และอาคารบังคับน้ำติดตั้งประตูเหล็กแบบบานเลื่อนรับแรงดันสูง (High Pressure Slide Gate) 1 ชุด และแบบเจ็ต (Jet Flow Gate) 1 ชุด ปลายท่อระบายน้ำลงอาคารสลายพลังงานก่อนระบายเข้าคลองระบายน้ำลงลำน้ำเดิม

ท่อส่งน้ำเขื่อนดินปิดช่องเขาขาดฝั่งขวา

เป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กหุ้มรอบท่อเหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 120 ม. ทางด้านเหนือน้ำและลดลงเหลือ 0.80 ม. ทางด้านท้ายน้ำ ความยาว 279 ม. บริเวณปลายท่อภายในอาคารควบคุมการส่งน้ำ ติดตั้งประตูรับแรงดันสูงแบบบานเลื่อน 1 ชุด และแบบเจ็ต 1 ชุด สามารถส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวาได้สูงสุด 2.90 ลบ.ม./วินาที

ท่อส่งน้ำเขื่อนดินปิดช่องเขาขาดฝั่งซ้าย

เป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กหุ้มรอบท่อเหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3.00 ม. ทางด้านเหนือน้ำและลดลงเหลือ 1.80 ม. ทางด้านท้ายน้ำ ความยาว 267.30 ม. ถึงอาคารควบคุมการส่งน้ำ ติดตั้งประตูเหล็กแบบผีเสื้อรับแรงดันสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.80 ม. จำนวน 1 ชุด ประตูเหล็กบานเลื่อนรับแรงดันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.80 ม. จำนวน 1 ชุด ทางด้านปลายท่อติดตั้งประตูน้ำแบบเจ็ต ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1.00 ม. จำนวน 1 ชุด สามารถส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายได้ปริมาณสูงสุด 12.80 ลบ.ม./วินาที

สะพานข้ามลำน้ำแม่กวง

เป็นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กสร้างข้ามลำน้ำแม่กวง กว้าง 8 ม. ยาว 90 ม. จำนวน 1 แห่ง

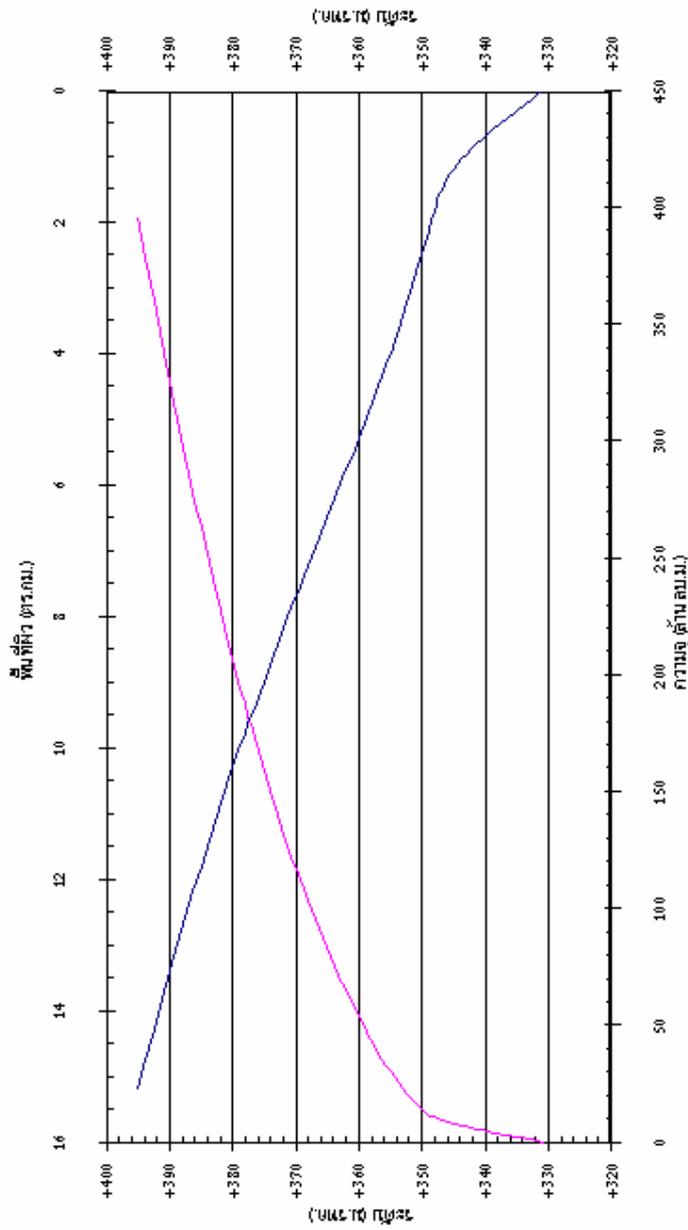
ระบบส่งน้ำชลประทาน

โครงการชลประทานแม่กวง สามารถส่งน้ำให้แก่พื้นที่ในเขตโครงการประมาณ 175,000 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ในเขตโครงการชลประทานแม่กวงเดิม 74,750 ไร่ และเป็นพื้นที่เปิดใหม่ 100,250 ไร่ ระบบส่งน้ำในโครงการชลประทานแม่กวงเดิม ประกอบด้วยคลองส่งน้ำสายใหญ่ 3 สาย ได้แก่ คลองผาแตก คลองเมืองวะ คลองเกาะมะตัน และคลองแยกจากคลองเกาะมะตัน คือ คลองเปา รวมความยาว 60.55 กม. คลองดังกล่าวส่งน้ำให้แก่คลองซอยของราษฎร ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก รวมเป็นความยาวมากกว่า 100 กม. สำหรับระบบส่งน้ำที่สร้างขึ้นใหม่เพื่อส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกฝั่งซ้าย และฝั่งขวาของลำน้ำแม่กวงนั้น เป็นคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต โดยทางพื้นที่เพาะปลูกฝั่งขวา ประกอบด้วยคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวายาว 15.5 กม. คลองส่งน้ำสายซอยยาว 23.0 กม. และมีอาคารในคลองส่งน้ำ 253 แห่ง สำหรับพื้นที่เพาะปลูกฝั่งซ้ายประกอบด้วย คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายยาว 76.3 กม. คลองส่งน้ำสายซอยยาว 175.8 กม. และมีอาคารในคลองส่งน้ำ 1,519 แห่ง โดยสรุปสำหรับพื้นที่โครงการที่เปิดใหม่ จะประกอบด้วยคลองส่งน้ำสายใหญ่ 2 สาย คลองส่งน้ำสายซอยและสายแยกซอยอีก 91 สาย รวมความยาวคลองส่งน้ำทั้งสิ้นประมาณ 292 กม.

ระยะเวลาก่อสร้าง

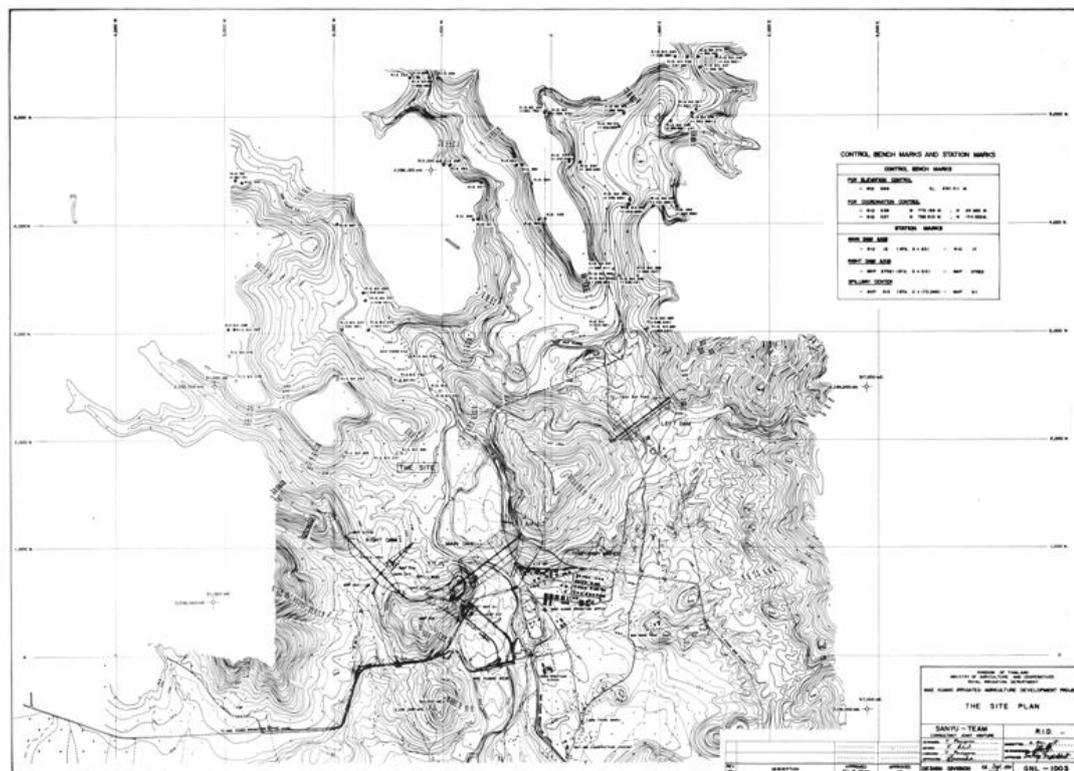
เริ่มก่อสร้าง พ.ศ. 2519 ก่อสร้างเสร็จ พ.ศ. 2536 รวมระยะเวลาดำเนินการประมาณ 18 ปี

โค้ง ระดับ-พื้นที่-ความจุเพื่อประเมินการอุทกวิทยา

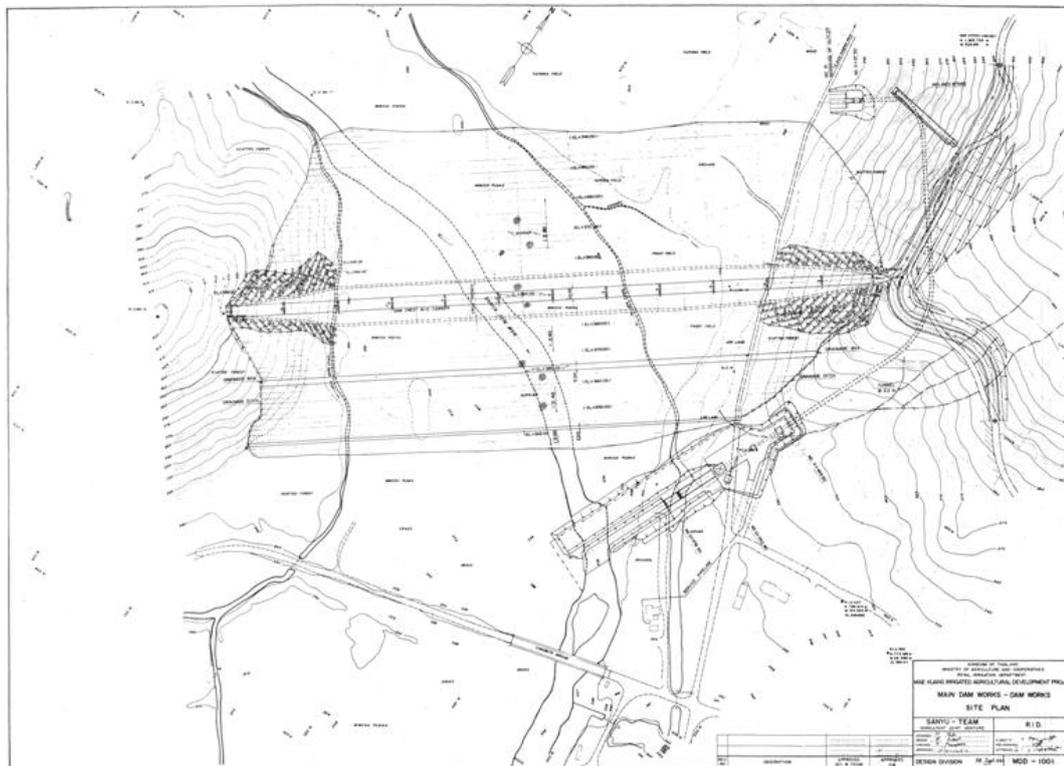


ระดับ (ม.รทก.)	+331.00	+345.00	+350.00	+355.00	+360.00	+365.00	+370.00	+375.00	+380.00	+385.00	+390.00	+395.00
พื้นที่ (ตร.กม.)	0.00	1.20	2.50	4.00	5.30	6.50	7.70	9.00	10.30	11.80	13.40	15.20
ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	0.00	8.00	14.00	30.00	54.00	81.00	117.00	159.00	207.00	263.00	325.00	396.00

ภาพผนวกที่ ก1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับกับพื้นที่ที่คำนวณและความจุของเขื่อนแม่กวางอุดมธารา



ภาพผนวกที่ ก2 แสดงลักษณะภูมิประเทศของโครงการเขื่อนแม่กวงอุดมธารา



ภาพผนวกที่ ก3 แสดงลักษณะภูมิประเทศของตัวเขื่อนหลัก (Main Dam) เขื่อนแม่กวงอุดมธารา

ภาคผนวก ข

สถิติภูมิอากาศ

ตารางผนวกที่ ข1 ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514-2543) ที่สถานีตรวจวัดอากาศ อ. เมือง
จ.เชียงใหม่

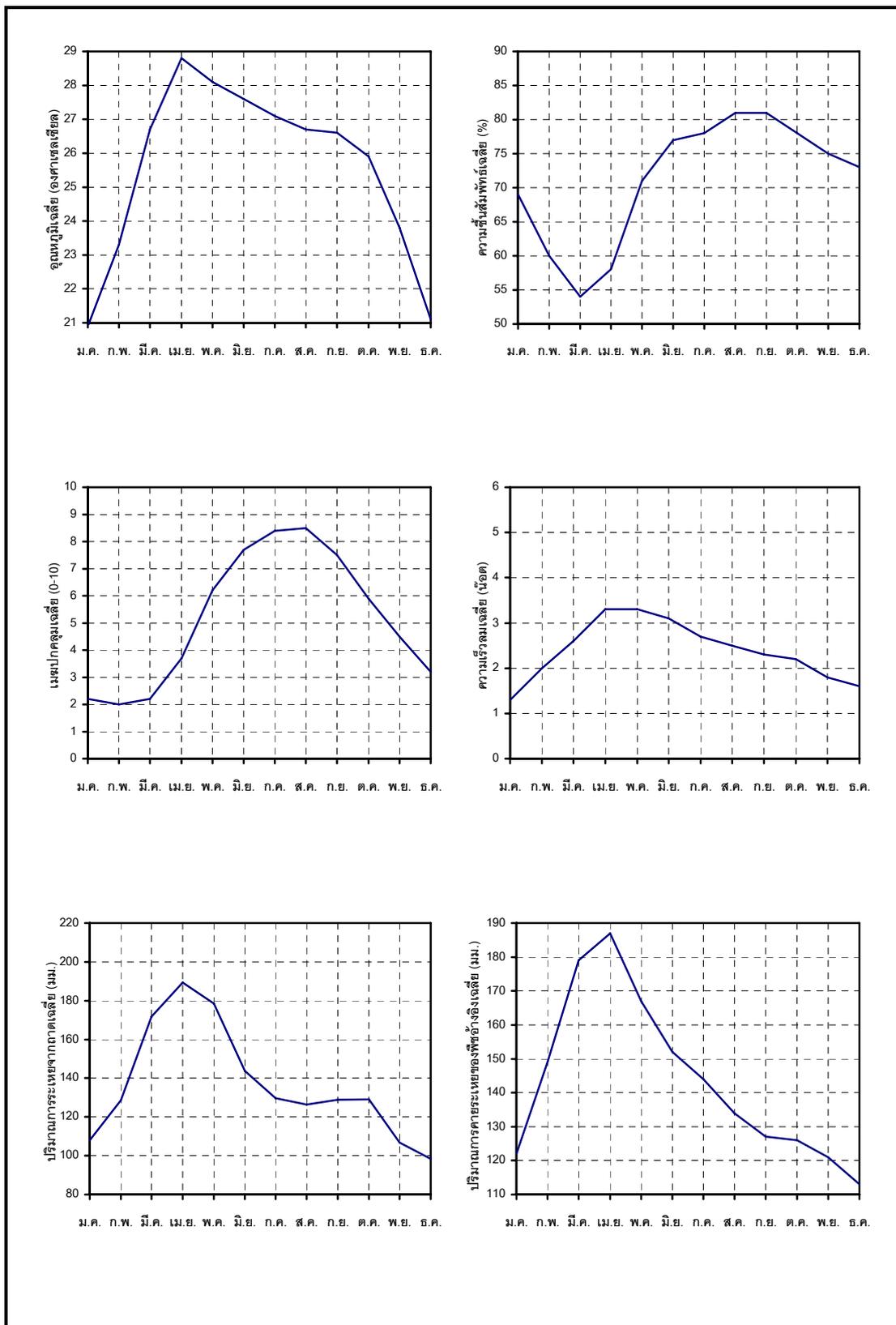
สถานี	เชียงใหม่	ระดับของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	312	เมตร
รหัส	48327	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	314	เมตร
ละติจูด	18 47 N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.20	เมตร
ลองจิจูด	98 59 E	ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน	8.90	เมตร
		ความสูงของที่วัดน้ำฝน	0.80	เมตร

ข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
ความกดอากาศ (+ 1000 หรือ 900 มิลลิบาร์)													
เฉลี่ย	1013.63	1011.39	1009.06	1007.17	1006.07	1004.72	1004.8	1005.19	1007.62	1010.6	1013.25	1015.06	1009.05
สูงสุด	1025.8	1023.68	1025.1	1018.5	1014.3	1012.2	1012.12	1014.5	1015.4	1020.4	1024.88	1025.78	1025.8
ต่ำสุด	1002.85	1000.9	999.3	996.9	996.9	995.5	995.8	995.1	998.2	1001	1003.75	1003.9	995.1
พิสัยรายวันเฉลี่ย	6.44	6.78	6.92	6.64	5.52	4.45	4.25	4.44	5.04	5.31	5.4	5.93	5.59
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)													
เฉลี่ย	20.9	23.3	26.7	28.8	28.1	27.6	27.1	26.7	26.6	25.9	23.8	21.1	25.6
เฉลี่ยสูงสุด	29.3	32.2	34.9	36.0	34.1	32.6	31.8	31.3	31.5	31.2	29.8	28.3	31.9
เฉลี่ยต่ำสุด	14.1	15.5	19	22.3	23.6	23.9	23.7	23.5	23.1	22	19.1	15.2	20.4
สูงสุด	34.1	37.7	39.2	41.4	40.1	39.3	37.5	36.5	36.1	37.9	34.5	33.4	41.4
ต่ำที่สุด	3.7	7.3	12.2	15.8	19.2	20	20.5	20.7	16.8	13.3	6	3.8	3.7
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
เฉลี่ย	69	60	54	58	71	77	78	81	81	78	75	73	71
เฉลี่ยสูงสุด	91	84	78	80	88	91	91	93	93	93	92	92	89
เฉลี่ยต่ำสุด	39	32	31	37	51	58	61	63	62	57	52	45	49
ต่ำที่สุด	3	5	3	11	0	21	40	41	34	29	30	14	3
จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)													
เฉลี่ย	14.3	13.9	15.5	18.9	21.8	22.8	22.7	22.8	22.7	21.5	18.7	15.4	19.3
น้ำระเหย (มม.)													
เฉลี่ย-ภาค	108.1	128.7	171.7	189.4	178.6	143.7	129.6	126.3	128.8	129	106.8	98.3	1639
ความครึ้มมฆ (0-10)													
เฉลี่ย	2.2	2	2.2	3.7	6.2	7.7	8.4	8.5	7.5	5.9	4.5	3.2	5.2
ชั่วโมงที่มีแสงแดด													
เฉลี่ย	274.9	264.7	271.7	260.2	256.3	171.1	142.1	129.2	165.8	212.8	222.1	245.5	2616.4
ทัศนวิสัย (กม.)													
เวลา 0700	5.9	6.2	5.3	7.5	11	12.1	11.9	11.7	10.5	8.7	7.5	6.2	8.7
เฉลี่ย	8.2	8	7.2	8.9	11.5	12.2	12	11.8	11.3	10.5	9.9	9.1	10.1
ความเร็วลม (น็อต)													
ความเร็วลมเฉลี่ย	1.3	2	2.6	3.3	3.3	3.1	2.7	2.5	2.3	2.2	1.8	1.6	-
ทิศทาง	S	S	S	S	S	S,SW	S,SW	S	S	N	N	N	-
ความเร็วลมสูงสุด	39	44	45	60	64	43	47	56	41	40	45	43	64
ฝน (มม.)													
เฉลี่ย	7.7	9.2	17.3	54.5	155.4	119.4	157.6	224.4	202.4	116.6	51.4	18.1	1134
จำนวนวันที่ฝนตก	0.7	1	2	6.4	14.7	16.1	18.6	21	17.2	11.5	5.2	1.7	116.1
ฝนสูงสุดภายใน 24 ชม.	27.9	65.2	99	119.1	96	72	115.5	123	93.3	79.3	86.5	92.9	123
จำนวนวันที่ติด													
เมฆหมอก	25.8	27	29.9	21.2	2.2	0	0.1	0.2	1.9	5.3	9.7	17.4	140.7
หมอก	1.3	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.4	0.8	1.8	3.4	7.9
ลูกเห็บ	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
ฟ้าคะนอง	0.1	0.3	2.1	7	11.1	6.4	5.3	8	9.8	5.8	0.8	0.2	56.9
พายุฝน	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2

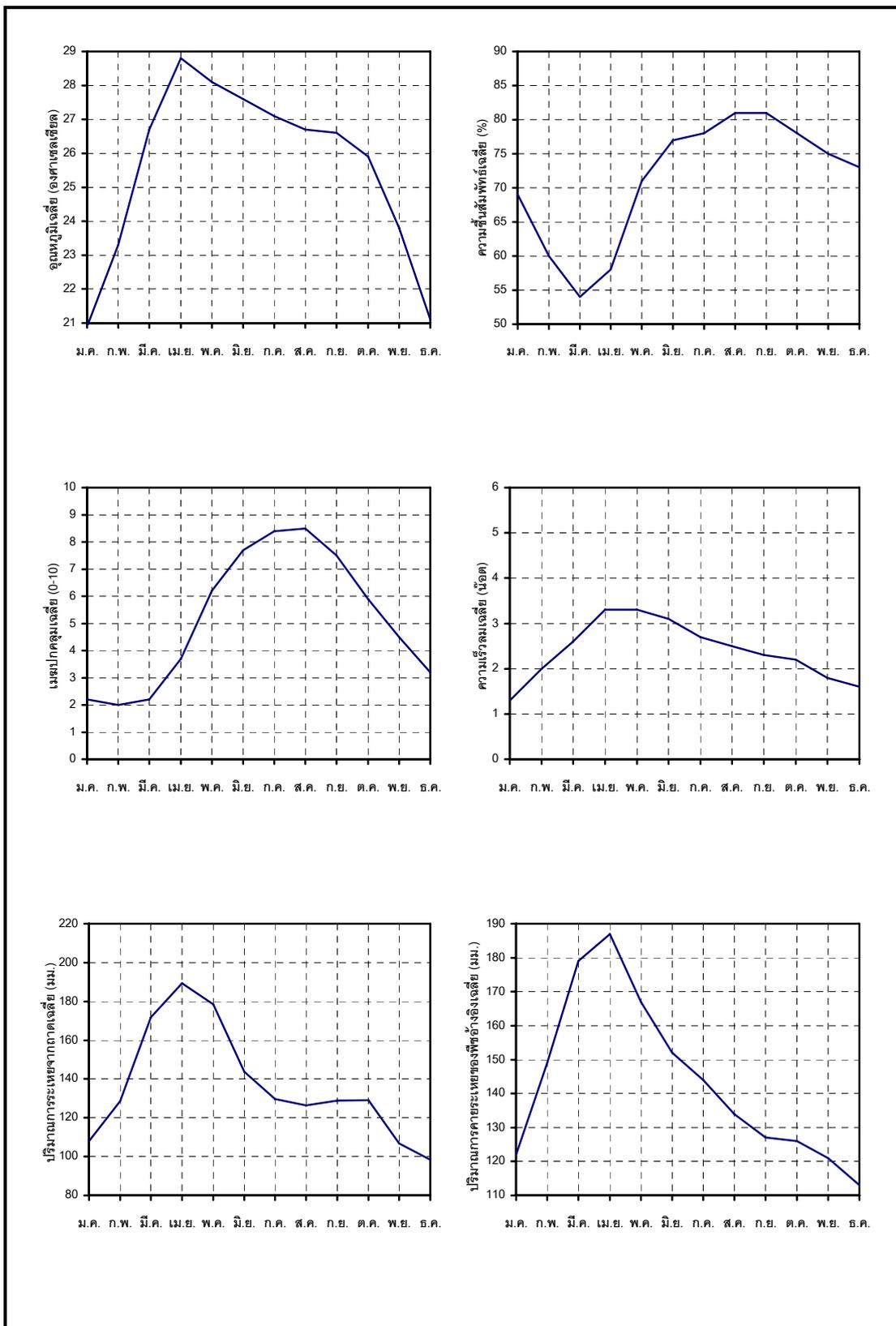
ตารางผนวกที่ ข2 ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514-2543) ที่สถานีตรวจวัดอากาศ อ. เมือง
จ.ลำพูน

สถานี	ลำพูน	ระดับของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	296	เมตร
รหัส	48329	ความสูงของบาริเมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	298	เมตร
ละติจูด	18 34 N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.50	เมตร
ลองจิจูด	99 02 E	ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน	12.0	เมตร
		ความสูงของที่วัดน้ำฝน	0.94	เมตร

ข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
ความกดอากาศ (+ 1000 หรือ 900 มิลลิบาร์)													
เฉลี่ย	1013.55	1011.24	1008.57	1006.84	1006.02	1004.67	1004.77	1005.23	1007.62	1010.6	1013.25	1015.17	1008.96
สูงสุด	1025.38	1023.35	1025.41	1018.59	1013.97	1011.78	1012.57	1013.19	1015.86	1020.44	1025.29	1026.55	1026.55
ต่ำสุด	1002.69	1000.4	998.58	996.17	997.1	995.82	995.76	995.8	998.15	1000.22	1003.64	1005.35	995.76
พิสัยรายวันเฉลี่ย	6.52	6.79	6.81	6.43	5.28	4.44	4.28	4.51	5.11	5.51	5.59	6.2	5.62
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)													
เฉลี่ย	21.6	24.2	27.9	29.9	28.9	28.2	27.8	27.3	26.9	26	23.9	21.1	26.1
เฉลี่ยสูงสุด	30.6	33.6	36.8	37.7	35.3	33.3	32.8	32.3	32	31.3	30.2	28.9	32.9
เฉลี่ยต่ำสุด	14	15.4	19.2	22.9	23.8	24.2	23.9	23.7	23.3	22.2	19	14.7	20.5
สูงที่สุด	35.2	38.4	41.7	42.6	42.3	40.8	38.1	37.7	35.1	35.3	34.7	34.7	42.6
ต่ำที่สุด	7.8	9.2	12.5	17	18.2	21.1	21.5	20.8	19.1	13.8	9.3	3.5	3.5
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
เฉลี่ย	69	58	51	56	70	75	76	79	83	83	81	75	71
เฉลี่ยสูงสุด	93	87	80	80	88	90	91	94	96	96	96	95	91
เฉลี่ยต่ำสุด	38	29	26	32	48	56	57	60	63	62	56	46	48
ต่ำที่สุด	17	12	10	12	17	27	31	39	45	38	32	19	10
จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)													
เฉลี่ย	14.8	13.9	15.3	18.8	22.1	22.8	22.7	23	23.5	22.7	20	16.1	19.6
น้ำระเหย (มม.)													
เฉลี่ย-ภาค	109.5	142.2	205	216.8	197	162.1	149.3	136.7	118.1	107.5	94.4	95.8	1734.4
ความครึ้มเมฆ (0-10)													
เฉลี่ย	2.4	2	2.1	3.8	6.6	8	8.4	8.6	7.7	6.2	4.7	3	5.3
ชั่วโมงที่มีแสงแดด													
เฉลี่ย	0	0	0	NO	OBSE	0	0	0	0	0	0	0	0
ทัศนวิสัย (กม.)													
เวลา 0700	3.7	4	3.8	6.1	10.9	12.3	12.1	11.2	8.9	5.8	4.9	4	7.3
เฉลี่ย	6.6	6.5	5.9	7.7	11.7	12.6	12.4	11.7	10.4	8.8	8.3	7.2	9.2
ความเร็วลม (น็อต)													
ความเร็วลมเฉลี่ย	0.7	1.3	1.9	2.2	2	2.4	2.1	1.7	0.9	0.6	0.5	0.5	-
ทิศทาง	SE	SW	N	N,SE	-								
ความเร็วลมสูงสุด	27	30	36	50	43	35	40	40	40	32	26	20	50
ฝน (มม.)													
เฉลี่ย	2.4	5.9	13.1	42.8	146.4	123.2	118.3	153.2	191.3	110.5	48.1	7.2	962.4
จำนวนวันที่ฝนตก	0.6	1.2	1.4	6	13.7	14.9	16.6	17.9	17.4	11.5	5	1.1	107.3
ฝนสูงที่สุดใน 24 ชม.	18.3	19.2	41.6	58.7	79.8	89.5	82.6	67.3	68.9	63.6	64.5	45.9	89.5
จำนวนวันที่เกิด													
เมฆหมอก	29	26.7	29.8	23.2	2.9	0.1	0	0.3	2.7	9	15.3	24.1	163.1
หมอก	2.8	0.5	0.1	0.1	0	0	0.1	0	0.6	2.8	6.1	5.7	18.8
ลูกเห็บ	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
ฟ้าคะนอง	0.2	0.8	2.5	6.5	11.5	7.9	4.9	10.5	12.9	8.1	1.4	0.2	67.4
พายุฝน	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1



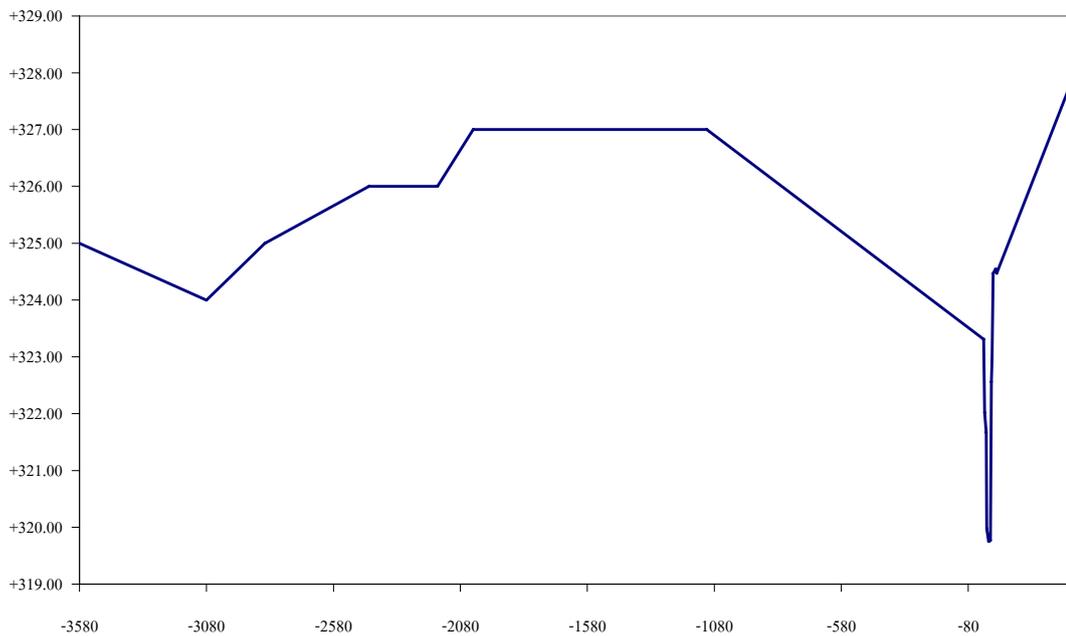
ภาพผนวกที่ ข1 การผันแปรรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศ อ.เมือง จ.เชียงใหม่



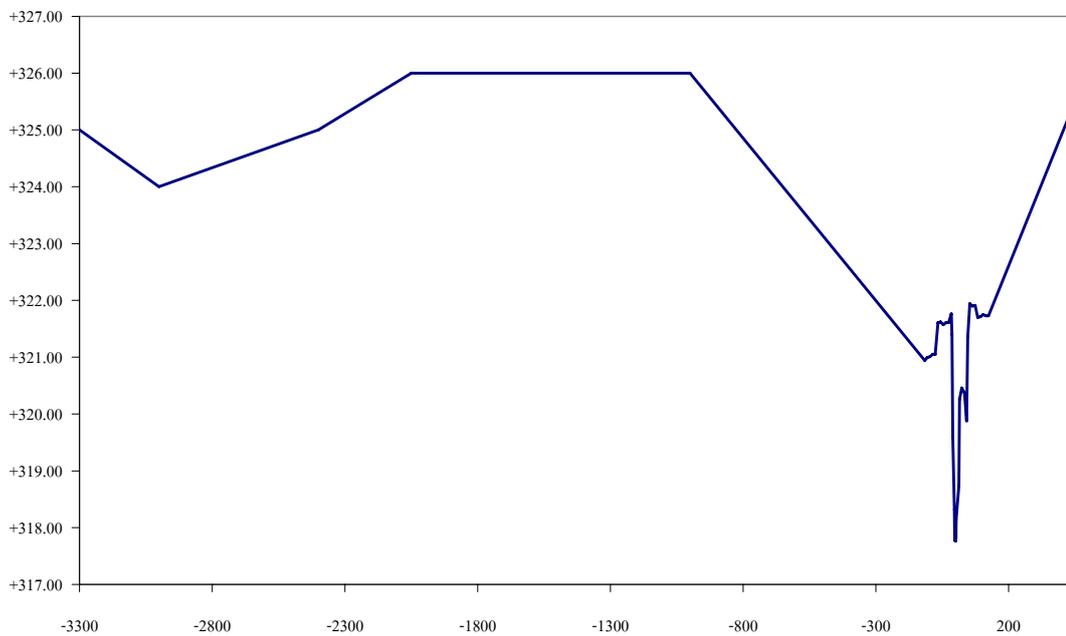
ภาพผนวกที่ ข2 การผันแปรรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศ อ.เมือง จ.ลำพูน

ภาคผนวก ค

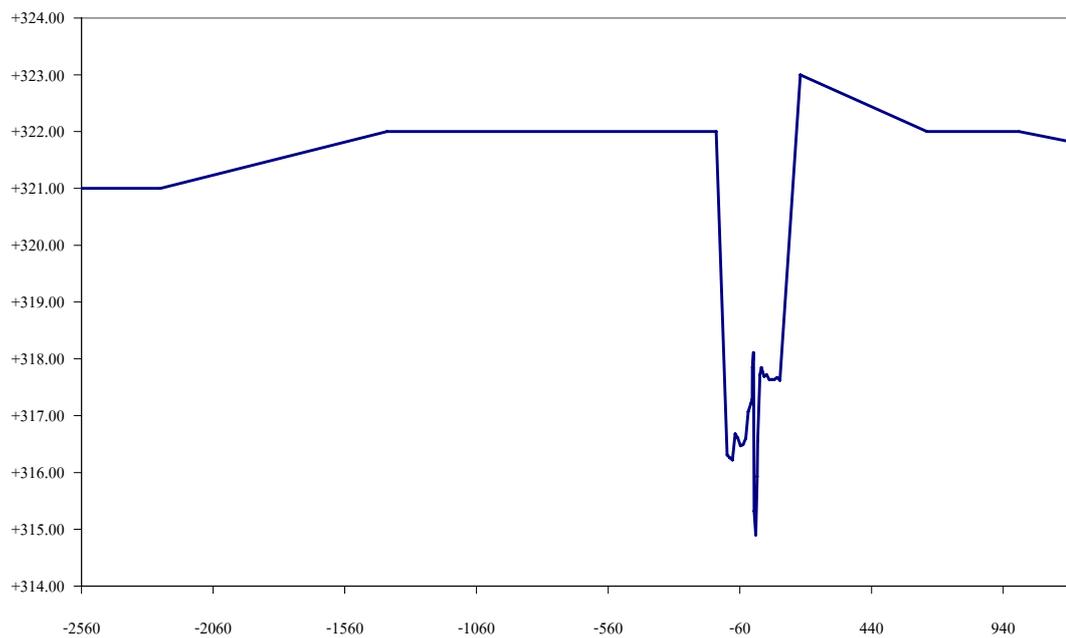
หน้าตัดลำน้ำแม่กวังในตำแหน่งที่สำคัญ



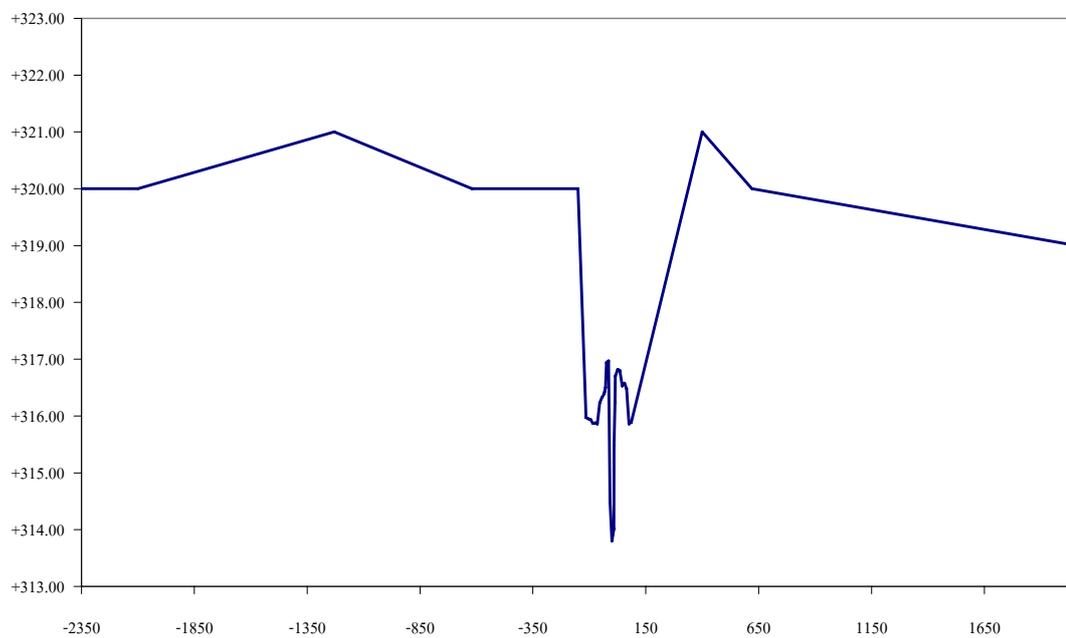
ภาพผนวกที่ ค1 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 7+000 ที่ตั้ง บ้านทุ่งข้าวตอก



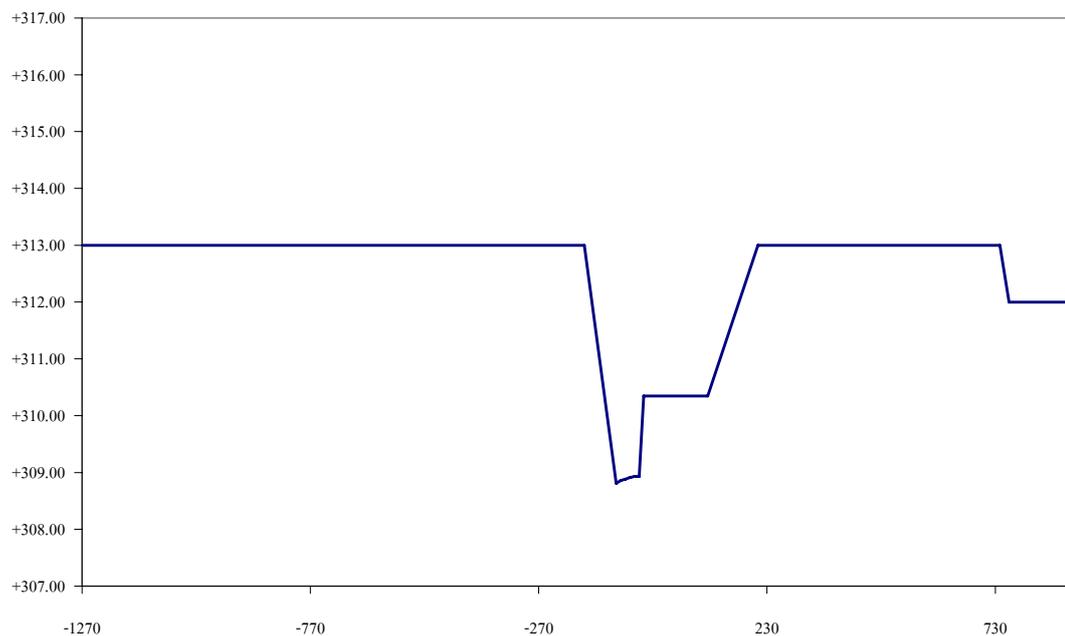
ภาพผนวกที่ ค2 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 8+000 ที่ตั้ง บ้านข้าวสูง



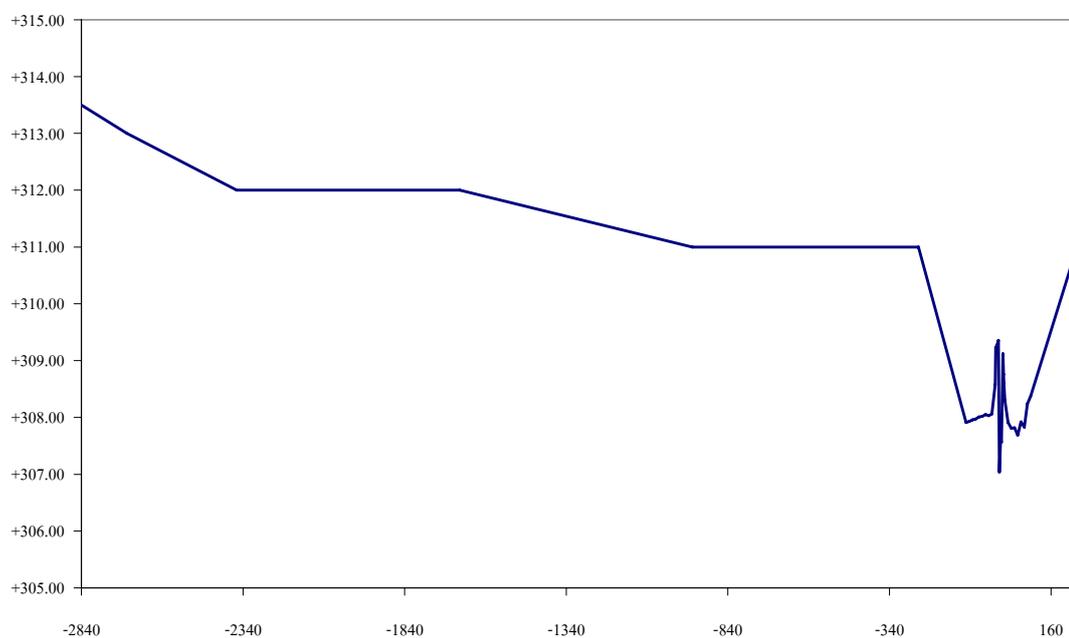
ภาพผนวกที่ ค3 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงดำแห่ง กม.ที่ 10+000 ที่ตั้ง บ้านหนองอึ่ง



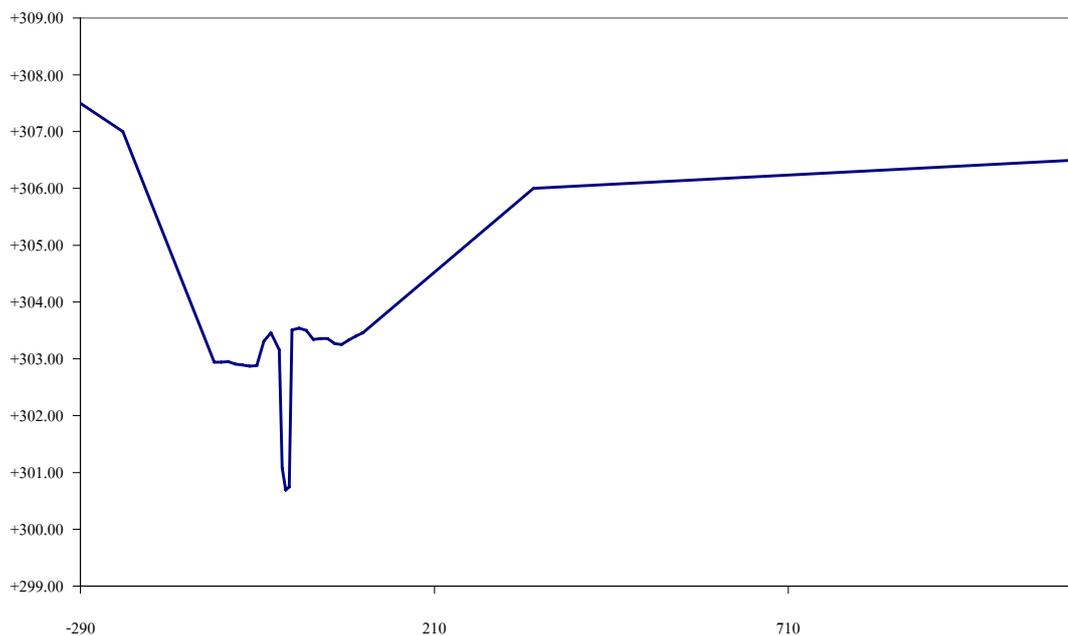
ภาพผนวกที่ ค4 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงดำแห่ง กม.ที่ 11+000 ที่ตั้ง บ้านเมืองเลน



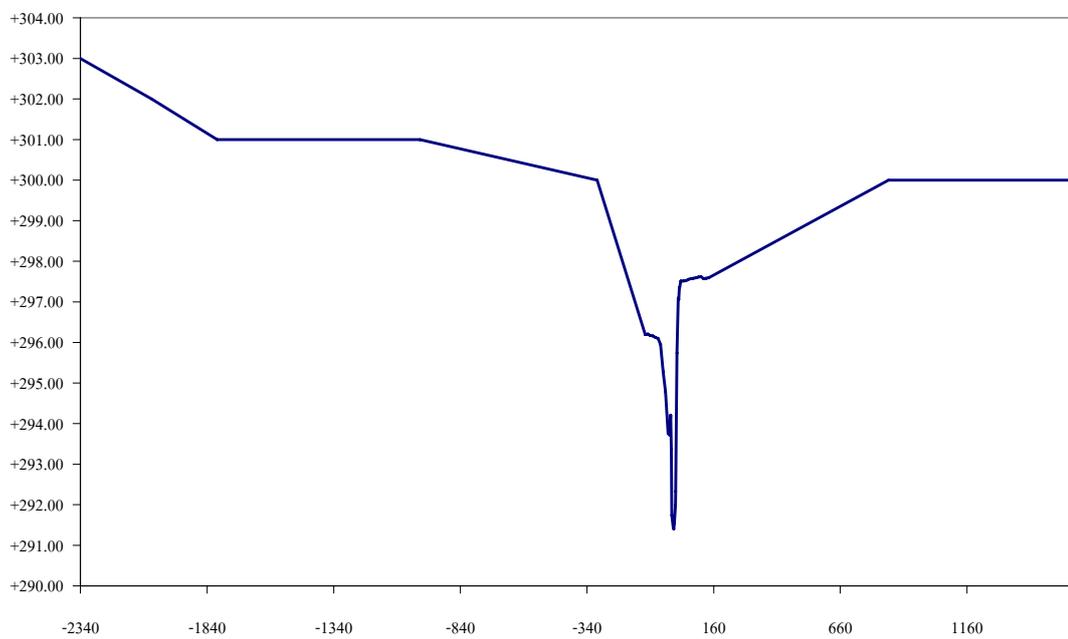
ภาพผนวกที่ ค7 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงดำแหน่ง กม.ที่ 16+000 ที่ตั้ง บ้านแม่กวง



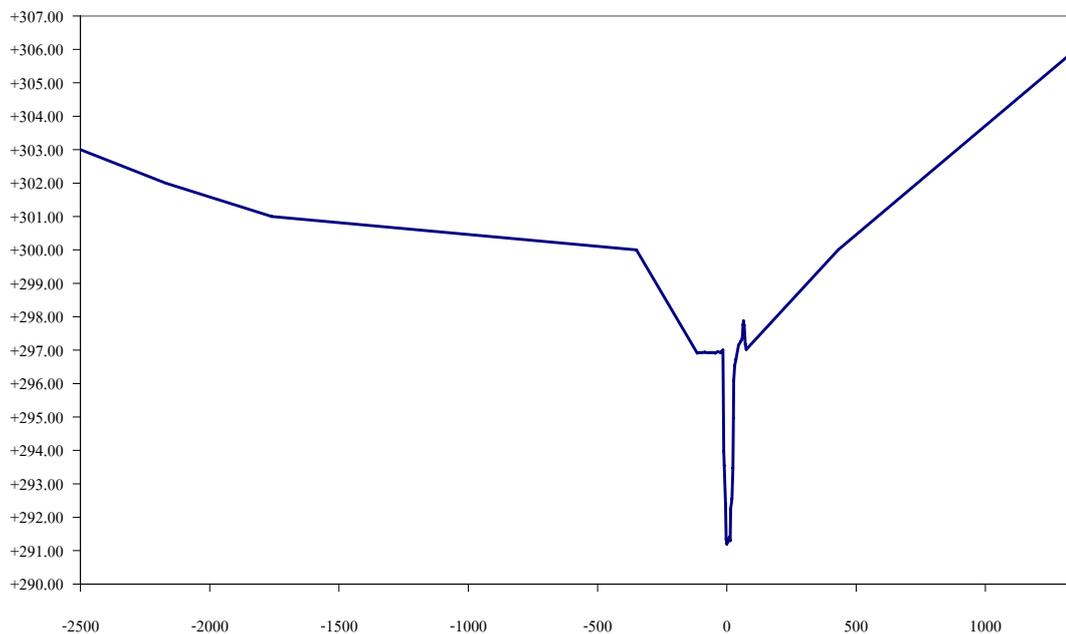
ภาพผนวกที่ ค8 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวงดำแหน่ง กม.ที่ 17+000 ที่ตั้ง วัดแม่กวง



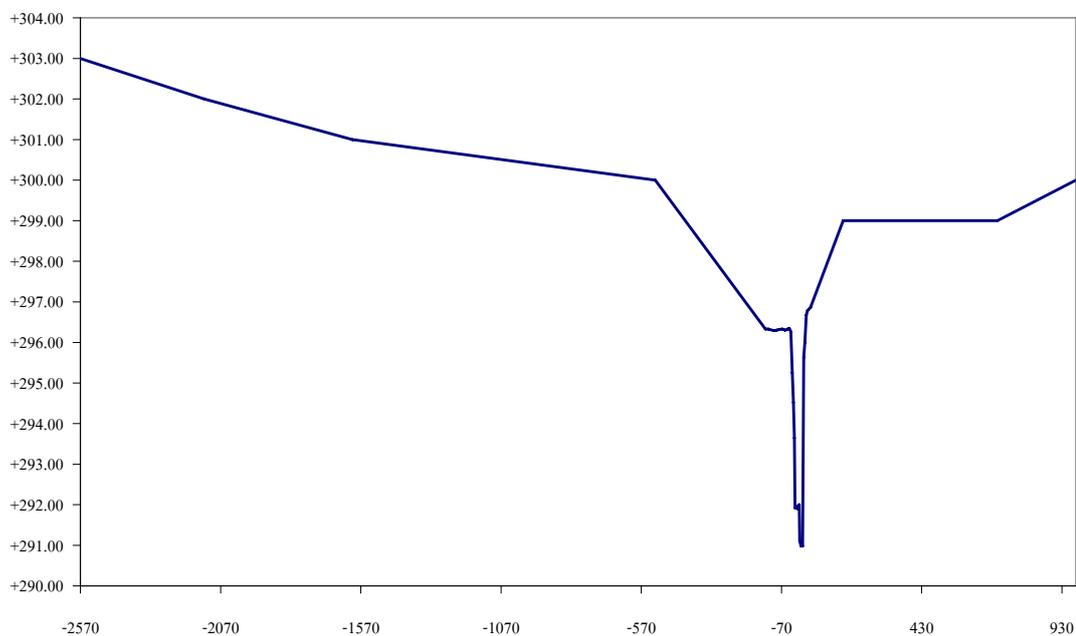
ภาพผนวกที่ ๙ แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 21+000 ที่ตั้ง บ้านสันทราย



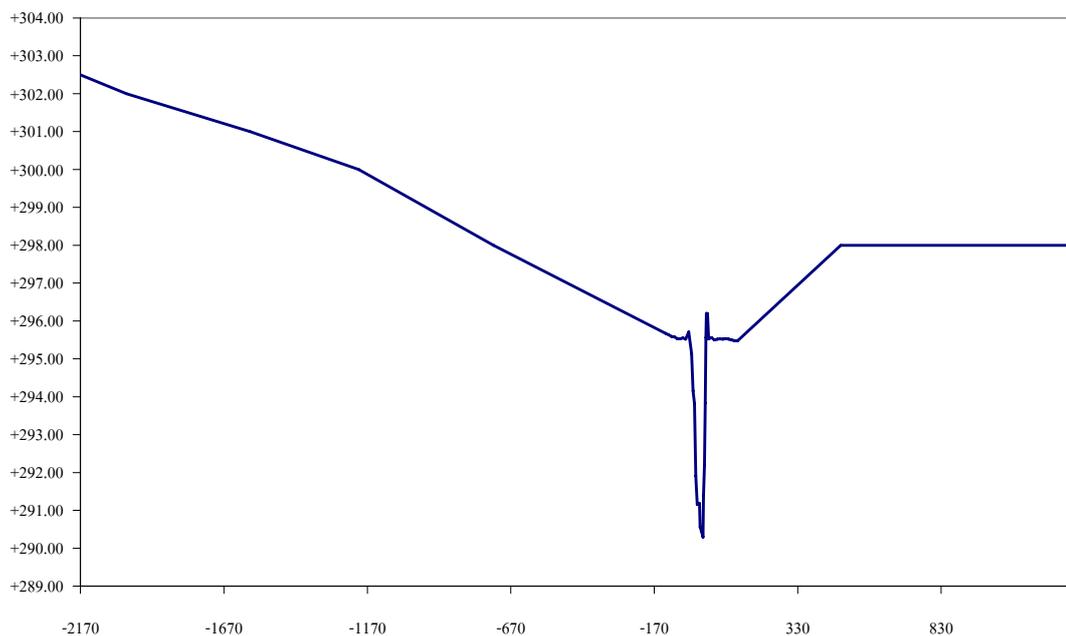
ภาพผนวกที่ ๑๐ แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 32+000 ที่ตั้ง บ้านท่าต้นกวาว



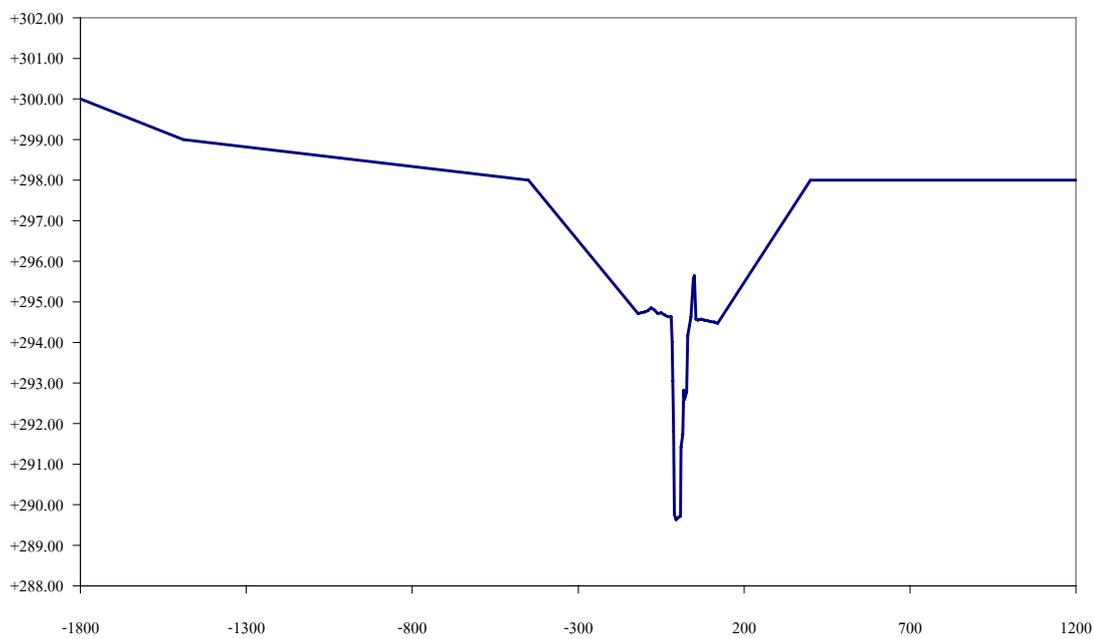
ภาพผนวกที่ ค11 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 33+000 ที่ตั้ง บ้านดอนมูล



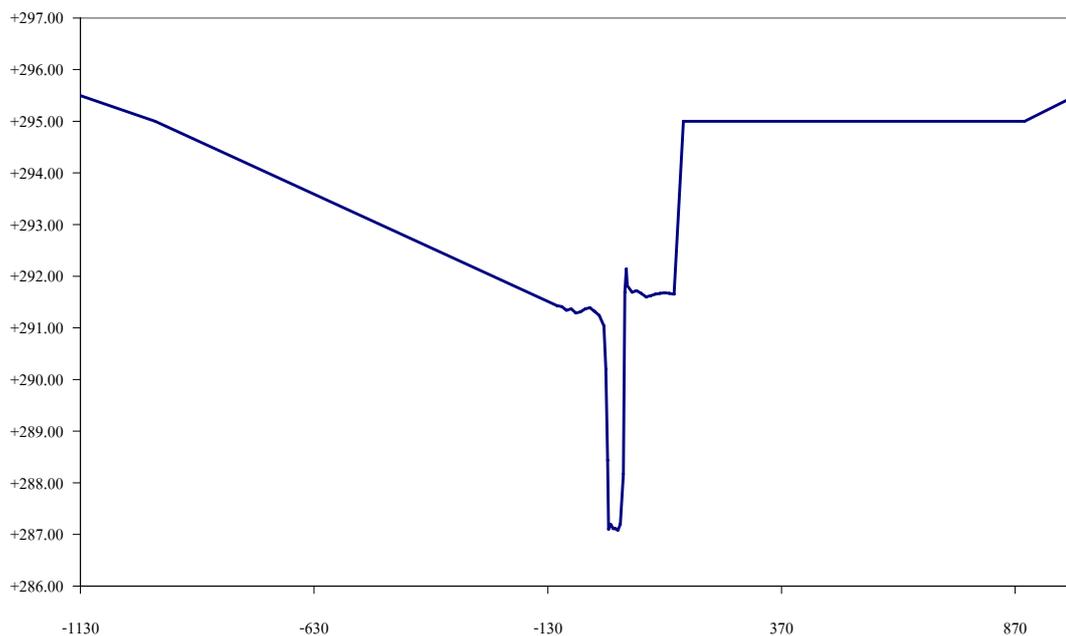
ภาพผนวกที่ ค12 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 34+000 ที่ตั้ง บ้านทุ่งขี้เสือ



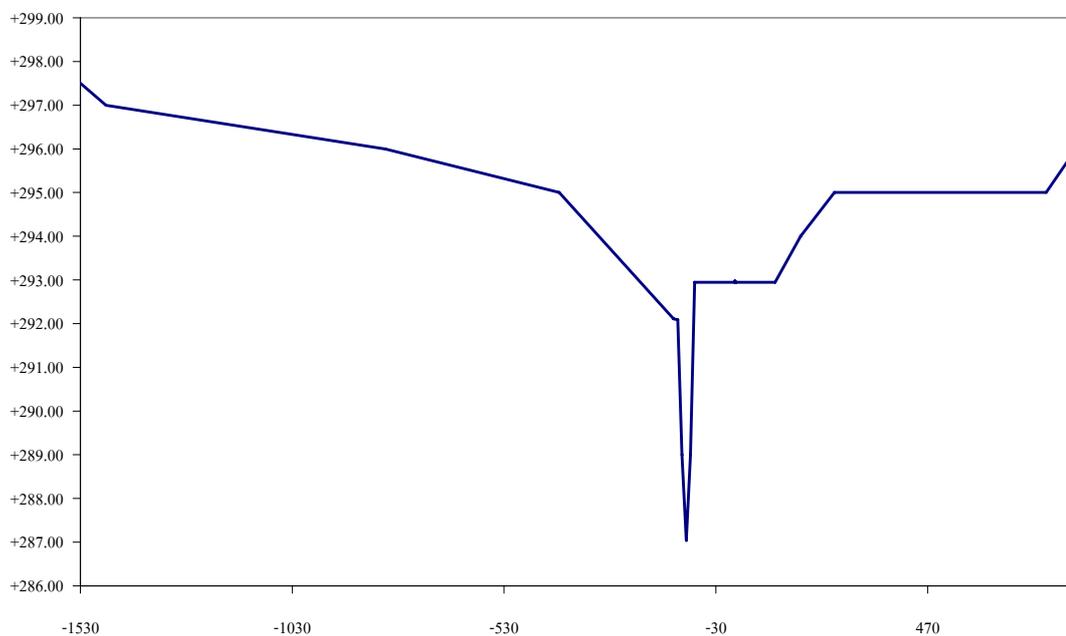
ภาพผนวกที่ ค13 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 36+000 ที่ตั้ง บ้านริมกวัง



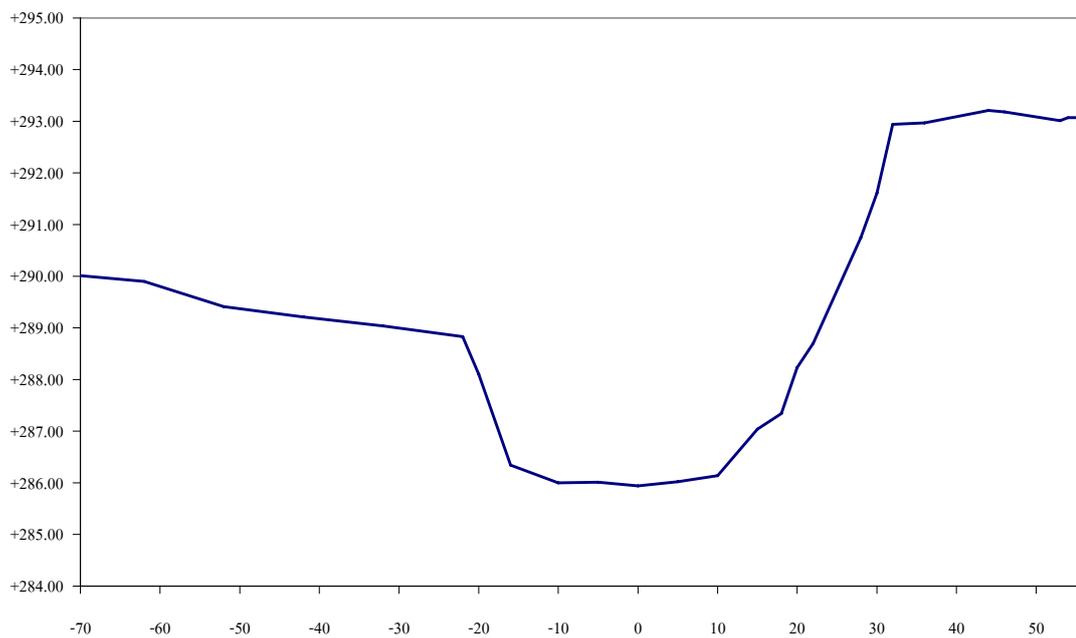
ภาพผนวกที่ ค14 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 38+000 ที่ตั้ง บ้านโละป่าตอง



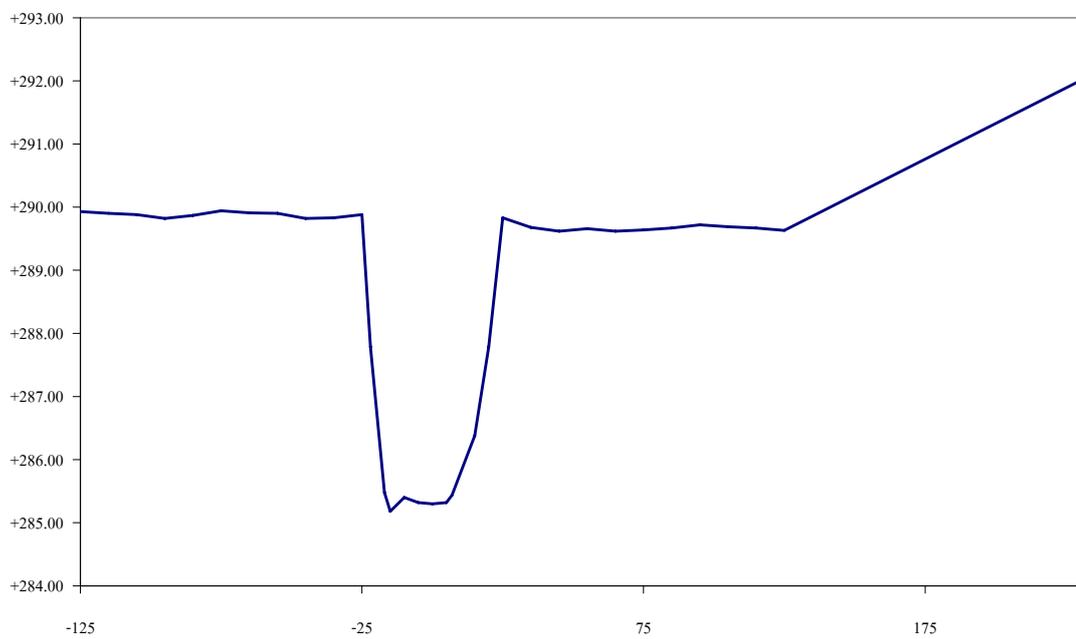
ภาพผนวกที่ ค15 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 49+000 ที่ตั้ง บ้านปิงห่าง



ภาพผนวกที่ ค16 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 50+000 ที่ตั้ง บ้านสถานีรถไฟ



ภาพผนวกที่ ค17 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 53+000 ที่ตั้ง อ.เมืองลำพูน



ภาพผนวกที่ ค18 แสดงหน้าตัดลำน้ำแม่กวังตำแหน่ง กม.ที่ 58+000 ที่ตั้ง บ้านศรีข้อย

ภาคผนวก ง

ผลการจำลองการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

ตารางผนวกที่ ง1 รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของ
เขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ใน
กลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้าง
ของรอยแยก (Side Slope , ss)

กรณี ศึกษา	ความลาดชัน ของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้าง เริ่มต้นของ รอยแยก (เมตร)	รูปร่างสุดท้ายของ การพัง	ระดับสุดท้าย ของรอยแยก (ม.รทก.)	ความกว้างของรอยแยก	
						ด้านบน (เมตร)	ด้านล่าง (เมตร)
1.1.1	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+340.00	311.50	211.50
1.1.2	1 : 3.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+340.00	508.79	208.79
1.1.3	1 : 5.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+340.00	706.35	206.35
1.1.4	1 : 1.00	-	0	สามเหลี่ยม	+340.00	100.00	0.00
1.1.5	1 : 3.00	-	0	สามเหลี่ยม	+340.00	300.00	0.00
1.1.6	1 : 5.00	-	0	สามเหลี่ยม	+340.00	500.00	0.00

ตารางผนวกที่ ๖2 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)

กรณีศึกษา	ความลาดชันของรอยแยก, ss	Side Erosion Index , x	ความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (เมตร)	ที่ปริมาณการไหลสูงสุด		เวลาที่เขื่อนเริ่มพัง จนถึงเวลาที่เกิดการไหลสูงสุด
				ปริมาณการไหล (ลบ.ม. ต่อวินาที)	เวลา	
1.1.1	1 : 1.00	1.0	100	3526.8	9 ชั่วโมง 53 นาที	1 ชั่วโมง 16 นาที
1.1.2	1 : 3.00	1.0	100	3379.2	9 ชั่วโมง 52 นาที	1 ชั่วโมง 15 นาที
1.1.3	1 : 5.00	1.0	100	3267.8	9 ชั่วโมง 51 นาที	1 ชั่วโมง 14 นาที
1.1.4	1 : 1.00	-	0	3392.9	13 ชั่วโมง 13 นาที	4 ชั่วโมง 36 นาที
1.1.5	1 : 3.00	-	0	3074.2	12 ชั่วโมง 1 นาที	3 ชั่วโมง 24 นาที
1.1.6	1 : 5.00	-	0	2946.6	11 ชั่วโมง 33 นาที	2 ชั่วโมง 56 นาที

ตารางผนวกที่ 3 รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของ
เขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ใน
กลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง
(Side Erosion Index , x)

กรณี ศึกษา	ความลาดชัน ของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้าง เริ่มต้นของ รอยแยก (เมตร)	รูปร่างสุดท้ายของ การพัง	ระดับสุดท้าย ของรอยแยก (ม.รทก.)	ความกว้างของรอยแยก	
						ด้านบน (เมตร)	ด้านล่าง (เมตร)
1.2.1	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+340.00	311.50	211.50
1.2.2	1 : 1.00	3.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+346.02	451.87	363.90
1.2.3	1 : 1.00	5.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+350.66	478.69	400.00
1.2.4	-	1.0	100	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	+340.00	212.98	212.98
1.2.5	-	3.0	100	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	+345.76	365.43	365.43
1.2.6	-	5.0	100	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	+350.48	400.00	400.00

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษากการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)

กรณีศึกษา	ความลาดชันของรอยแยก, ss	Side Erosion Index , x	ความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (เมตร)	ที่ปริมาณการไหลสูงสุด		เวลาที่เขื่อนเริ่มพังจนถึงเวลาที่เกิดการไหลสูงสุด
				ปริมาณการไหล (ลบ.ม. ต่อวินาที)	เวลา	
1.2.1	1 : 1.00	1.0	100	3526.8	9 ชั่วโมง 53 นาที	1 ชั่วโมง 16 นาที
1.2.2	1 : 1.00	3.0	100	3539	9 ชั่วโมง 45 นาที	1 ชั่วโมง 8 นาที
1.2.3	1 : 1.00	5.0	100	3530.2	9 ชั่วโมง 39 นาที	1 ชั่วโมง 2 นาที
1.2.4	-	1.0	100	3619.9	9 ชั่วโมง 54 นาที	1 ชั่วโมง 16 นาที
1.2.5	-	3.0	100	3609.1	9 ชั่วโมง 45 นาที	1 ชั่วโมง 8 นาที
1.2.6	-	5.0	100	3586.6	9 ชั่วโมง 39 นาที	1 ชั่วโมง 2 นาที

ตารางผนวกที่ 5 รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของ
เขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ใน
กลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของ
รอยแยก (Initial Breach Width , B)

กรณี ศึกษา	ความลาดชัน ของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้าง เริ่มต้นของ รอยแยก (เมตร)	รูปร่างสุดท้ายของ การพัง	ระดับสุดท้าย ของรอยแยก (ม.รทก.)	ความกว้างของรอยแยก	
						ด้านบน	ด้านล่าง
1.3.1	1 : 1.00	1.0	10	สี่เหลี่ยมคางหมู	+340.00	257.36	157.36
1.3.2	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+340.00	311.50	211.50
1.3.3	1 : 1.00	1.0	200	สี่เหลี่ยมคางหมู	+344.71	381.18	290.59
1.3.4	-	1.0	10	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	+340.00	162.52	162.52
1.3.5	-	1.0	100	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	+340.00	212.98	212.98
1.3.6	-	1.0	200	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	+344.40	291.20	291.20

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลง ค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)

กรณีศึกษา	ความลาดชันของรอยแยก, ss	Side Erosion Index , x	ความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (เมตร)	ที่ปริมาณการไหลสูงสุด		เวลาที่เขื่อนเริ่มพัง จนถึงเวลาที่เกิดการไหลสูงสุด
				ปริมาณการไหล (ลบ.ม. ต่อวินาที)	เวลา	
1.3.1	1 : 1.00	1.0	10	4314.9	10 ชั่วโมง 35 นาที	1 ชั่วโมง 57 นาที
1.3.2	1 : 1.00	1.0	100	3526.8	9 ชั่วโมง 53 นาที	1 ชั่วโมง 16 นาที
1.3.3	1 : 1.00	1.0	200	3169.7	9 ชั่วโมง 35 นาที	0 ชั่วโมง 57 นาที
1.3.4	-	1.0	10	5045.1	10 ชั่วโมง 27 นาที	1 ชั่วโมง 50 นาที
1.3.5	-	1.0	100	3619.9	9 ชั่วโมง 54 นาที	1 ชั่วโมง 16 นาที
1.3.6	-	1.0	200	3195.5	9 ชั่วโมง 35 นาที	0 ชั่วโมง 58 นาที

ตารางผนวกที่ 7 รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของ
เขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน
(Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชัน
ด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)

กรณี ศึกษา	ความลาดชัน ของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้าง เริ่มต้นของ รอยแยก (เมตร)	รูปร่างสุดท้ายของ การพัง	ระดับสุดท้าย ของรอยแยก (ม.รทก.)	ความกว้างของรอยแยก	
						ด้านบน	ด้านล่าง
2.1.1	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+340.00	283.52	183.52
2.1.2	1 : 3.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+342.56	546.35	261.68
2.1.3	1 : 5.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+350.65	746.22	352.67

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษาการ
พังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วใน
ตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลง ค่า
ความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss)

กรณี ศึกษา	ความลาดชัน ของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้าง เริ่มต้นของ รอยแยก (เมตร)	ที่ปริมาณการไหลสูงสุด		เวลาที่เขื่อนเริ่มพัง จนถึงเวลาที่เกิดการ ไหลสูงสุด
				ปริมาณการไหล (ลบ.ม. ต่อวินาที)	เวลา	
2.1.1	1 : 1.00	1.0	100	3804.2	10 ชั่วโมง 0 นาที	1 ชั่วโมง 38 นาที
2.1.2	1 : 3.00	1.0	100	3195.7	9 ชั่วโมง 42 นาที	1 ชั่วโมง 19 นาที
2.1.3	1 : 5.00	1.0	100	2976.3	9 ชั่วโมง 33 นาที	1 ชั่วโมง 11 นาที

ตารางผนวกที่ 9 รูปร่างของรอยแยกสุดท้ายของการพังทลายจากผลการศึกษาการพังทลายของ
เขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน
(Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัด
เซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)

กรณี ศึกษา	ความลาดชัน ของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้าง เริ่มต้นของ รอยแยก (เมตร)	รูปร่างสุดท้ายของ การพัง	ระดับสุดท้าย ของรอยแยก (ม.รทก.)	ความกว้างของรอยแยก	
						ด้านบน (เมตร)	ด้านล่าง (เมตร)
2.2.1	1 : 1.00	1.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+340.00	283.52	183.52
2.2.2	1 : 1.00	3.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+342.55	428.95	334.05
2.2.3	1 : 1.00	5.0	100	สี่เหลี่ยมคางหมู	+348.53	482.95	400.00

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาที่เกิดของการพังทลายจากผลการศึกษาการ
พังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วใน
ตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลง ค่า
ดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x)

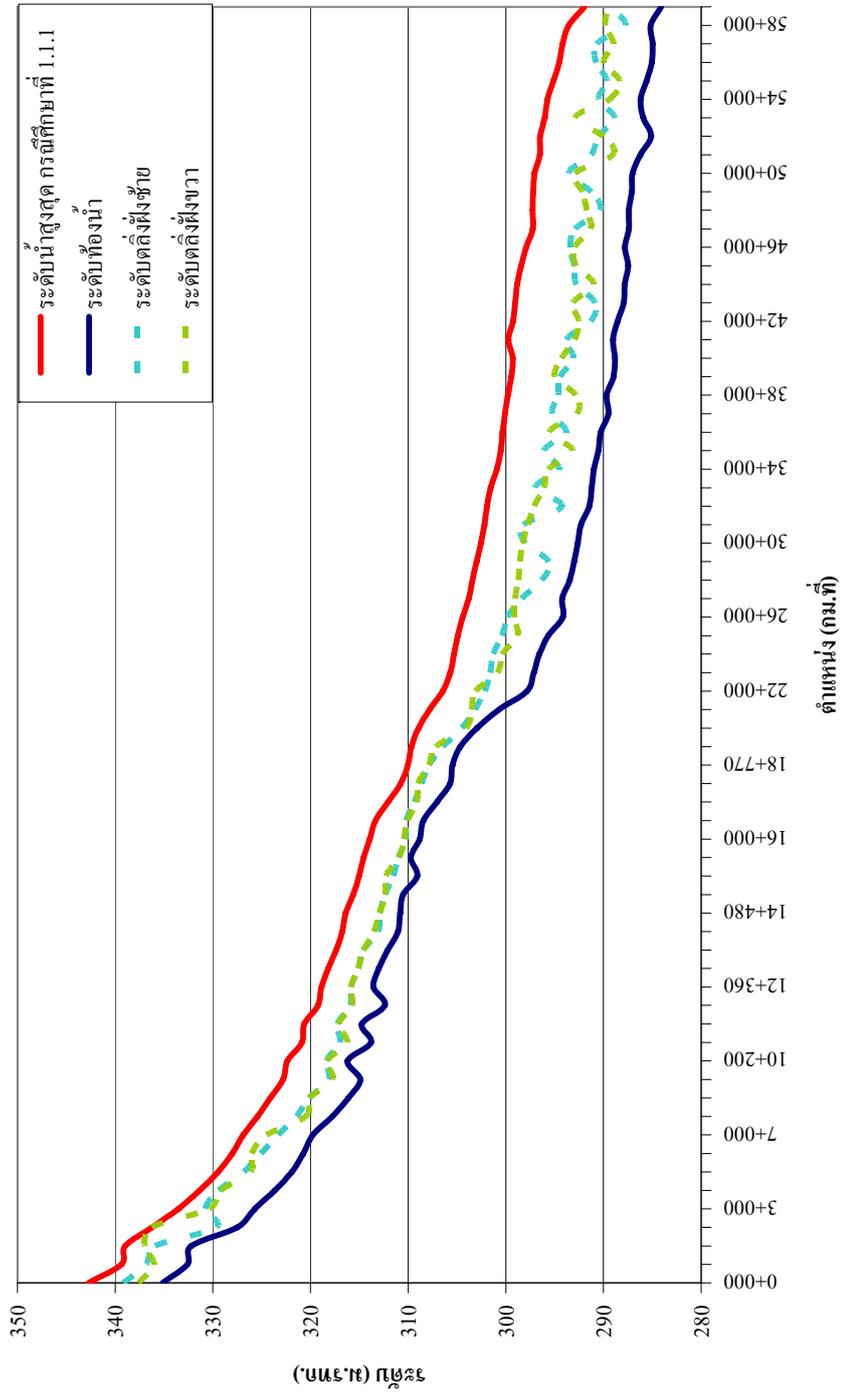
กรณี ศึกษา	ความลาดชัน ของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้าง เริ่มต้นของ รอยแยก (เมตร)	ที่ปริมาณการไหลสูงสุด		เวลาที่เขื่อนเริ่มพัง จนถึงเวลาที่เกิดการ ไหลสูงสุด
				ปริมาณการไหล (ลบ.ม. ต่อวินาที)	เวลา	
2.2.1	1 : 1.00	1.0	100	3804.2	10 ชั่วโมง 0 นาที	1 ชั่วโมง 38 นาที
2.2.2	1 : 1.00	3.0	100	3868.2	9 ชั่วโมง 47 นาที	1 ชั่วโมง 24 นาที
2.2.3	1 : 1.00	5.0	100	3882.4	9 ชั่วโมง 42 นาที	1 ชั่วโมง 19 นาที

ภาคผนวก จ

สรุปปริมาณการไหลทางด้านท้ายน้ำ

ตารางผนวกที่ จ1 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านทำนน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.1.

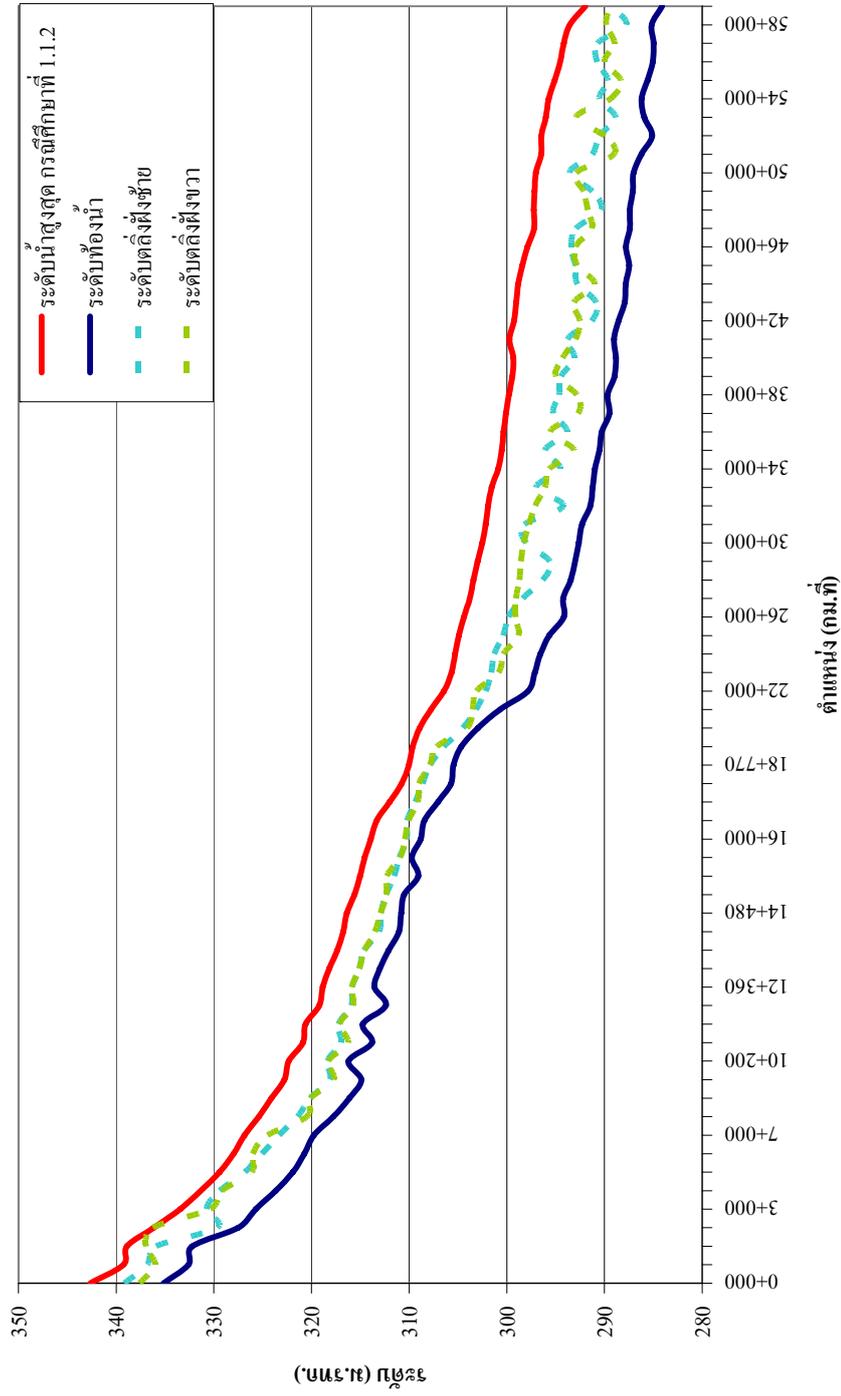
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.88	1.88	4 ชั่วโมง 6 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.40	0.40	4 ชั่วโมง 21 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.80	1.80	4 ชั่วโมง 50 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.89	1.89	5 ชั่วโมง 4 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.76	1.76	5 ชั่วโมง 53 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.03	1.03	6 ชั่วโมง 2 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.93	1.93	6 ชั่วโมง 12 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.05	1.05	6 ชั่วโมง 22 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.79	1.29	7 ชั่วโมง 30 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.91	1.91	14 ชั่วโมง 37 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.57	1.43	15 ชั่วโมง 11 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+300.91	0.91	16 ชั่วโมง 30 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.33	2.33	18 ชั่วโมง 1 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.79	1.79	19 ชั่วโมง 32 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.19	1.69	24 ชั่วโมง 39 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.05	1.05	24 ชั่วโมง 44 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.02	6.01	24 ชั่วโมง 58 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.56	3.63	25 ชั่วโมง 22 นาที



ภาพผนวกที่ จ1 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายและทางด้านขวาจากผลการศึกษารังทลายของเขื่อนแก่งเสือเต้นในลักษณะของน้ำไหลกลับข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope, ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.1.

ตารางผนวกที่ จ2 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.2.

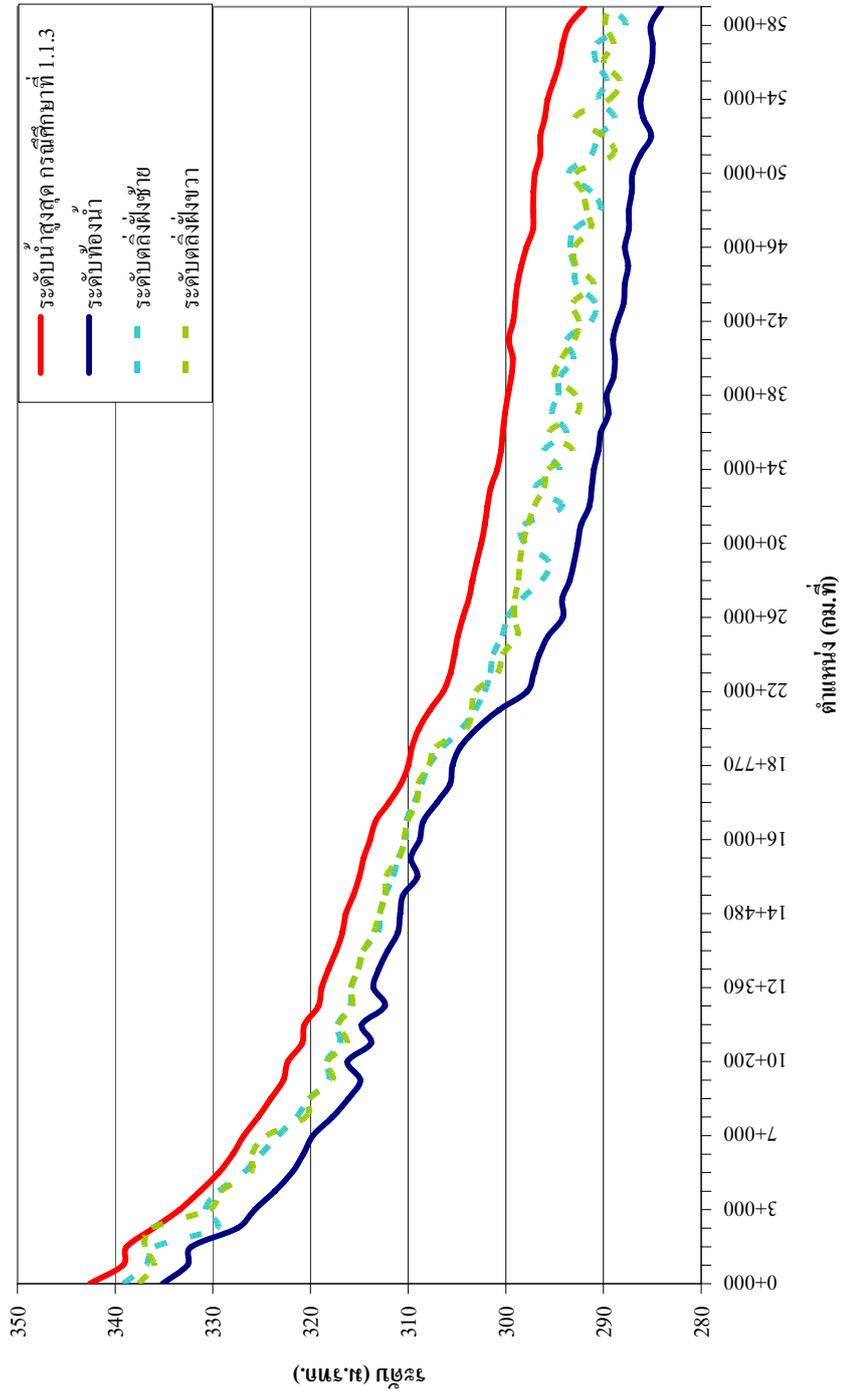
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.86	1.86	4 ชั่วโมง 0 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.37	0.37	4 ชั่วโมง 12 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.78	1.78	4 ชั่วโมง 50 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.87	1.87	5 ชั่วโมง 4 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.74	1.74	5 ชั่วโมง 57 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.02	1.02	6 ชั่วโมง 8 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.92	1.92	6 ชั่วโมง 16 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.99	0.99	6 ชั่วโมง 23 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.77	1.27	7 ชั่วโมง 26 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.91	1.91	14 ชั่วโมง 45 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.57	1.43	15 ชั่วโมง 21 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+300.90	0.90	16 ชั่วโมง 31 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.33	2.33	18 ชั่วโมง 25 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.79	1.79	19 ชั่วโมง 57 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.17	1.67	22 ชั่วโมง 38 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.03	1.03	22 ชั่วโมง 42 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.01	6.00	22 ชั่วโมง 47 นาที
58+000	บ้านศรีข้อย	+293.55	3.62	23 ชั่วโมง 7 นาที



ภาพผนวกที่ จ2 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุตมขรวาในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope, ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.2.

ตารางผนวกที่ จ3 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.3.

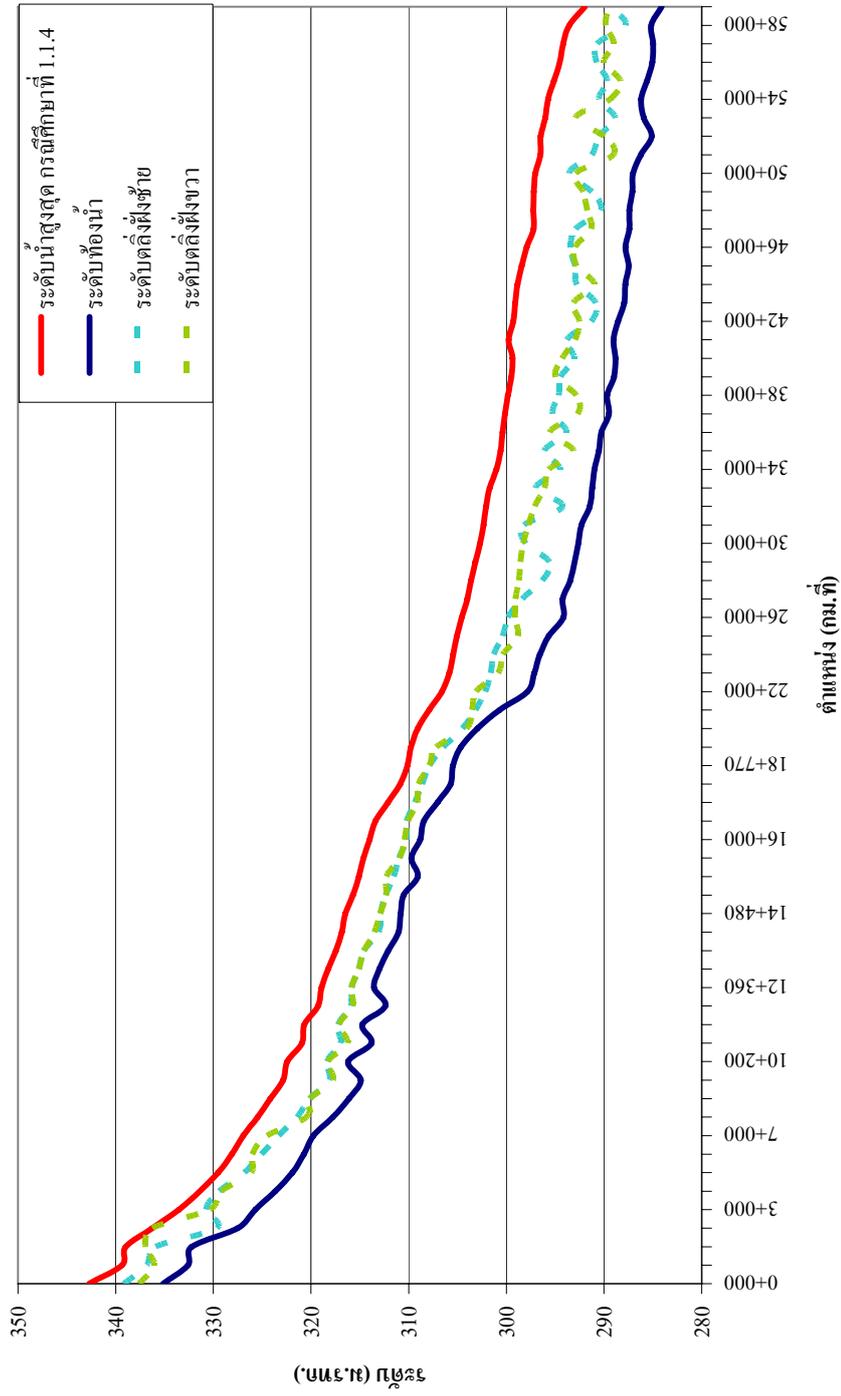
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.84	1.84	4 ชั่วโมง 0 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.35	0.35	4 ชั่วโมง 14 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.77	1.77	4 ชั่วโมง 53 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.86	1.86	5 ชั่วโมง 8 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.73	1.73	6 ชั่วโมง 1 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.01	1.01	6 ชั่วโมง 11 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.90	1.90	6 ชั่วโมง 21 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.97	0.97	6 ชั่วโมง 27 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.76	1.26	7 ชั่วโมง 30 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.90	1.90	14 ชั่วโมง 53 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.56	1.44	15 ชั่วโมง 25 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+300.90	0.90	16 ชั่วโมง 41 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.32	2.32	19 ชั่วโมง 13 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.79	1.79	20 ชั่วโมง 6 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.16	1.66	22 ชั่วโมง 50 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.02	1.02	22 ชั่วโมง 53 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.00	5.99	22 ชั่วโมง 59 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.54	3.61	23 ชั่วโมง 17 นาที



ภาพผนวกที่ จ3 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายทำนน้ำจากผลการศึกษารังทลายของเขื่อนแมกวงอุคมชวราในลักษณะของน้ำไหลกลับข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope, ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.3.

ตารางผนวกที่ จ4 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.4.

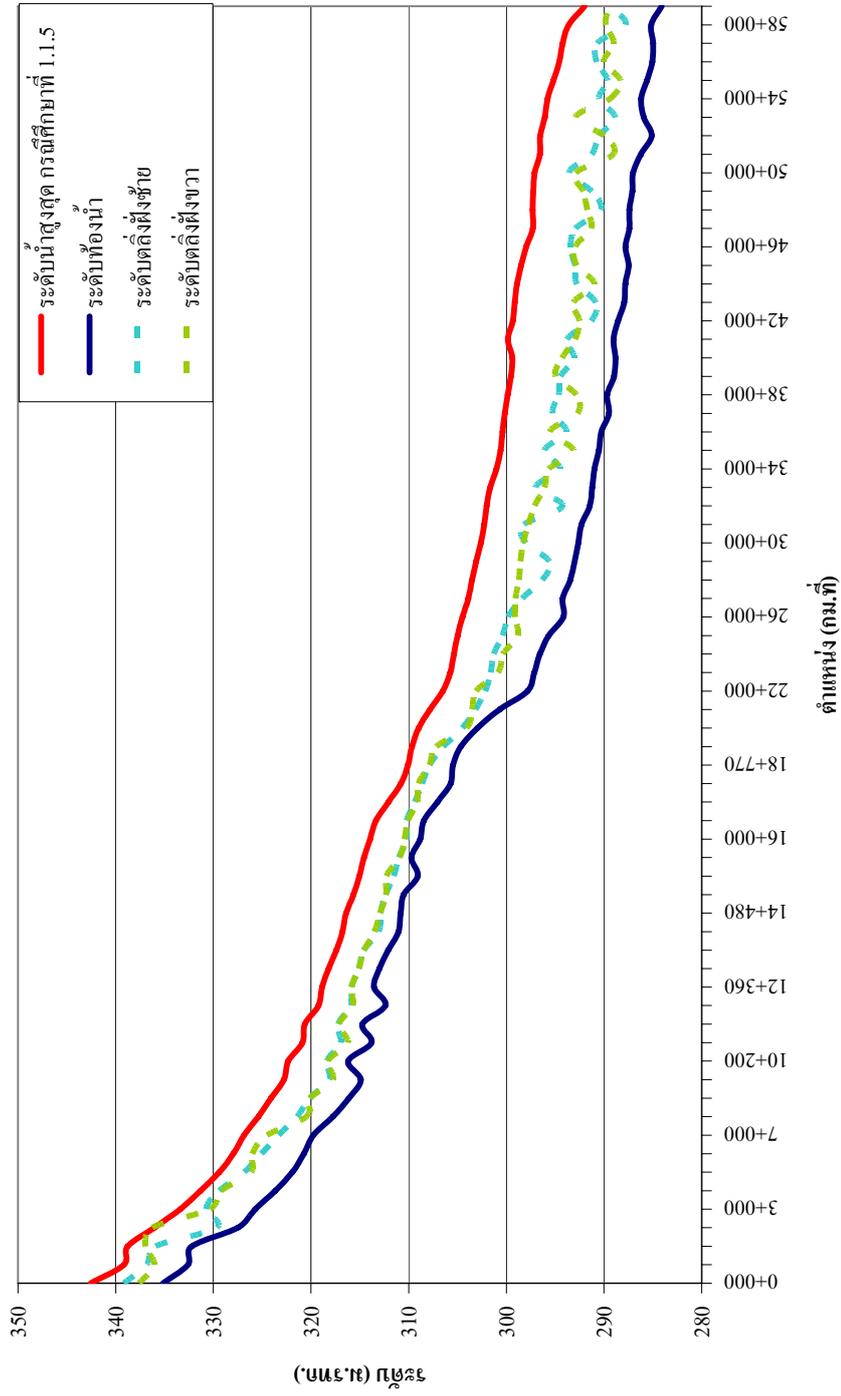
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.94	1.94	7 ชั่วโมง 15 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.46	0.46	7 ชั่วโมง 26 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.86	1.86	7 ชั่วโมง 52 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.94	1.94	8 ชั่วโมง 6 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.84	1.84	8 ชั่วโมง 45 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.10	1.10	8 ชั่วโมง 53 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+314.00	2.00	8 ชั่วโมง 59 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.13	1.13	9 ชั่วโมง 7 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.89	1.39	9 ชั่วโมง 53 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+302.06	2.06	13 ชั่วโมง 44 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.71	1.29	14 ชั่วโมง 2 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+301.02	1.02	14 ชั่วโมง 52 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.39	2.39	16 ชั่วโมง 35 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.84	1.84	17 ชั่วโมง 30 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.18	1.68	21 ชั่วโมง 40 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.04	1.04	21 ชั่วโมง 44 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.01	6.00	21 ชั่วโมง 51 นาที
58+000	บ้านศรีข้อย	+293.55	3.62	22 ชั่วโมง 9 นาที



ภาพผนวกที่ ๑4 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายและขวาของฝายกั้นน้ำจากผลการศึกษารังทลายของเขื่อนแม่วงอุ้มขรรษาในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope, ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.4.

ตารางผนวกที่ จ5 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5.

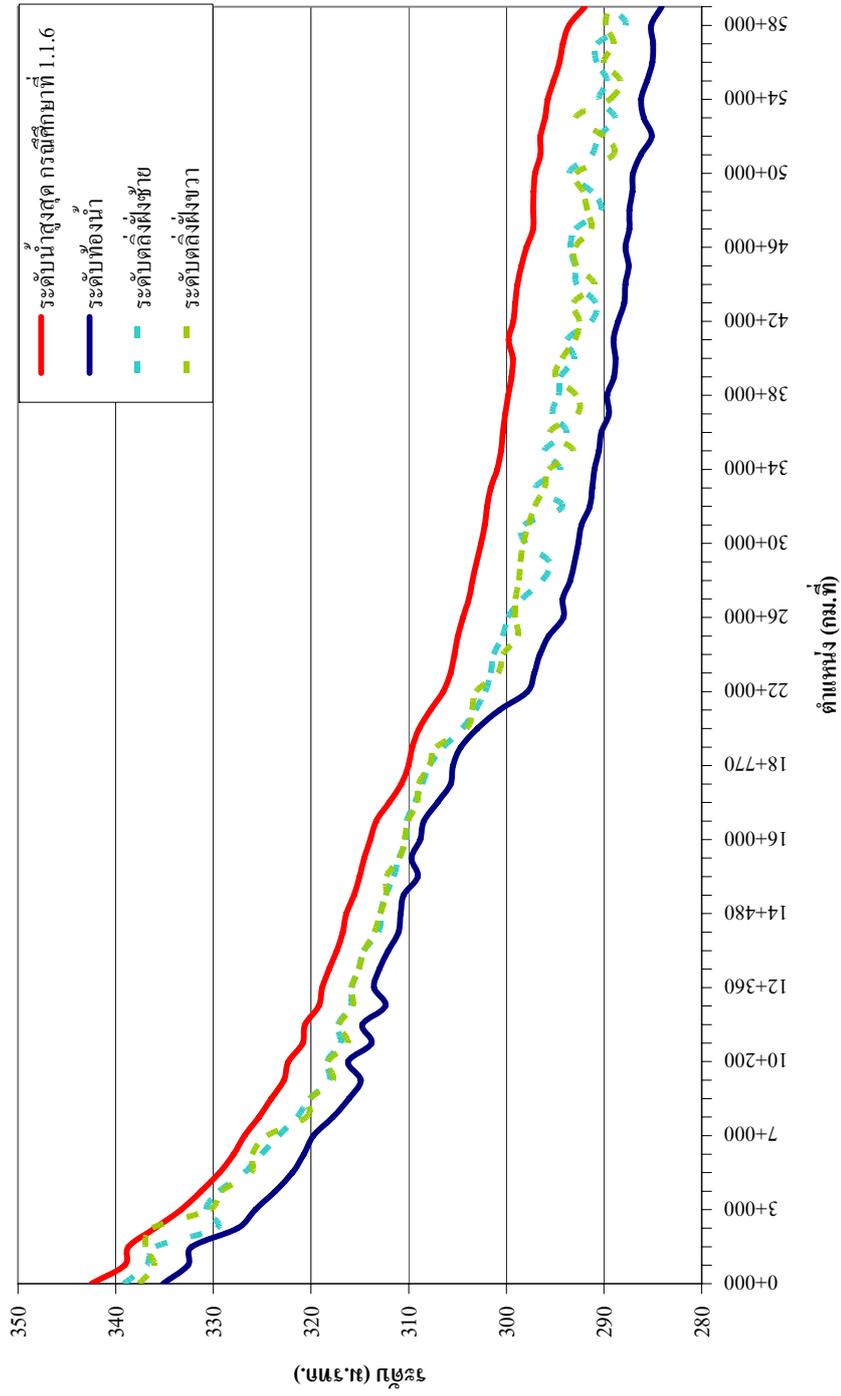
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.86	1.86	6 ชั่วโมง 1 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.37	0.37	6 ชั่วโมง 11 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.79	1.79	6 ชั่วโมง 40 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.88	1.88	6 ชั่วโมง 54 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.77	1.77	7 ชั่วโมง 37 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.04	1.04	7 ชั่วโมง 46 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.95	1.95	7 ชั่วโมง 52 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.07	1.07	8 ชั่วโมง 3 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.81	1.31	8 ชั่วโมง 50 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+302.01	2.01	14 ชั่วโมง 57 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.67	1.33	15 ชั่วโมง 29 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+301.01	1.01	16 ชั่วโมง 52 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.40	2.40	18 ชั่วโมง 15 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.87	1.87	19 ชั่วโมง 30 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.24	1.74	22 ชั่วโมง 5 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.10	1.10	22 ชั่วโมง 9 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.06	6.05	22 ชั่วโมง 16 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.60	3.67	22 ชั่วโมง 44 นาที



ภาพผนวกที่ จ5 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลกลับข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope, ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.5.

ตารางผนวกที่ ๖6 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.6.

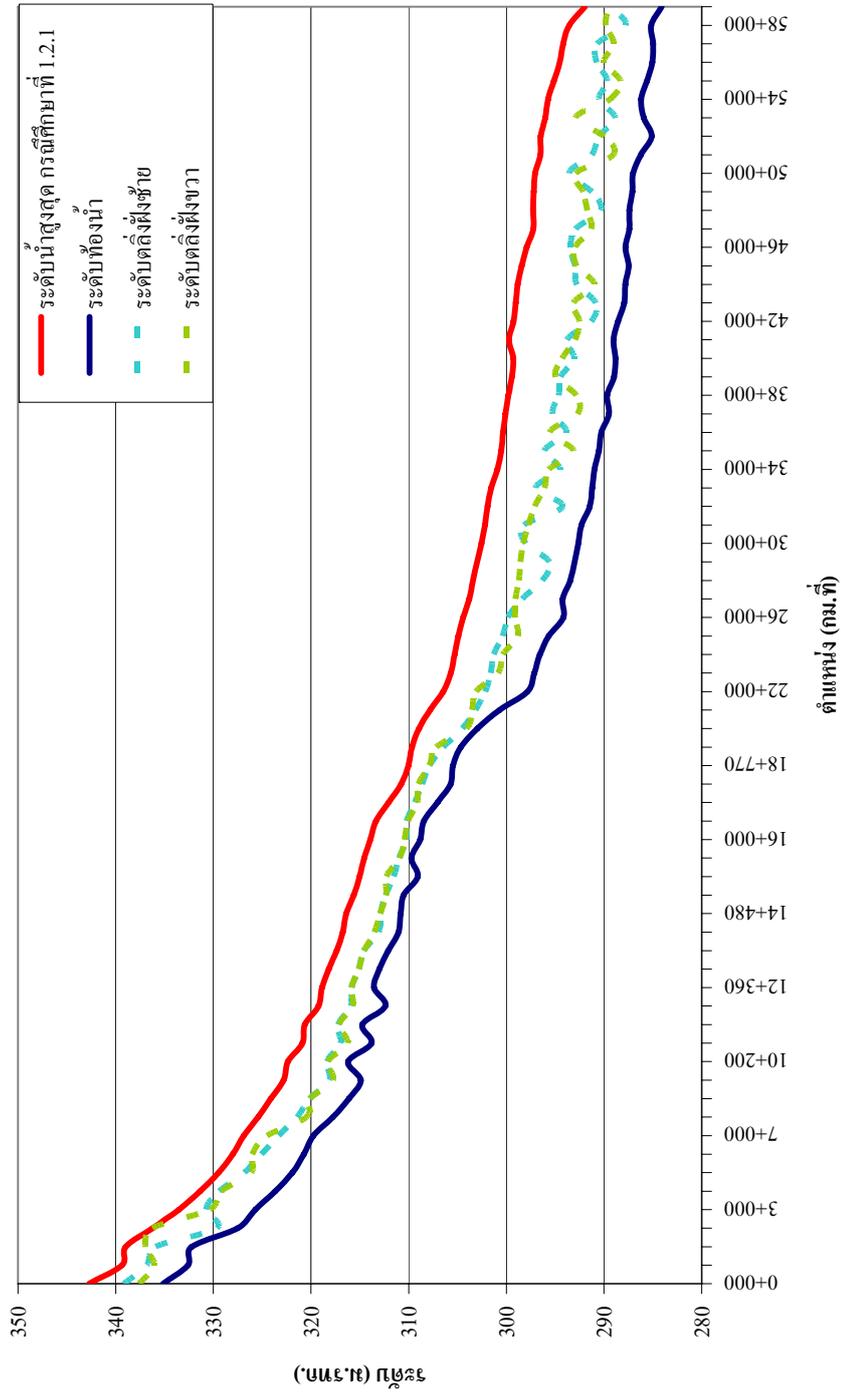
ตำแหน่ง (กม.ที่)	ที่ตั้ง	ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง (ม.)	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.82	1.82	5 ชั่วโมง 35 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.34	0.34	5 ชั่วโมง 45 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.77	1.77	6 ชั่วโมง 16 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.86	1.86	6 ชั่วโมง 30 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.74	1.74	7 ชั่วโมง 15 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.02	1.02	7 ชั่วโมง 23 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.92	1.92	7 ชั่วโมง 31 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.00	1.00	7 ชั่วโมง 41 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.78	1.28	8 ชั่วโมง 30 นาที
32+000	บ้านท่าต้นกวาว	+301.96	1.96	15 ชั่วโมง 1 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.62	1.38	15 ชั่วโมง 31 นาที
34+000	บ้านทุ่งขี้เสือ	+300.95	0.95	16 ชั่วโมง 32 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.36	2.36	17 ชั่วโมง 55 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.82	1.82	21 ชั่วโมง 7 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.21	1.71	22 ชั่วโมง 51 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.07	1.07	22 ชั่วโมง 53 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.04	6.03	23 ชั่วโมง 47 นาที
58+000	บ้านศรีข้อย	+293.58	3.65	24 ชั่วโมง 4 นาที



ภาพผนวกที่ ๖6 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายและขวาจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุตมขรวาในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope, ss) กรณีศึกษาที่ 1.1.6.

ตารางผนวกที่ จ7 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านทำนน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.1.

ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.88	1.88	4 ชั่วโมง 6 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.40	0.40	4 ชั่วโมง 21 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.80	1.80	4 ชั่วโมง 50 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.89	1.89	5 ชั่วโมง 4 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.76	1.76	5 ชั่วโมง 53 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.03	1.03	6 ชั่วโมง 2 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.93	1.93	6 ชั่วโมง 12 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.05	1.05	6 ชั่วโมง 22 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.79	1.29	7 ชั่วโมง 30 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.91	1.91	14 ชั่วโมง 37 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.57	1.43	15 ชั่วโมง 11 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.91	0.91	16 ชั่วโมง 30 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.33	2.33	18 ชั่วโมง 1 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.79	1.79	19 ชั่วโมง 32 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.19	1.69	24 ชั่วโมง 39 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.05	1.05	24 ชั่วโมง 44 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.02	6.01	24 ชั่วโมง 58 นาที
58+000	บ้านศรีข้อย	+293.56	3.63	25 ชั่วโมง 22 นาที



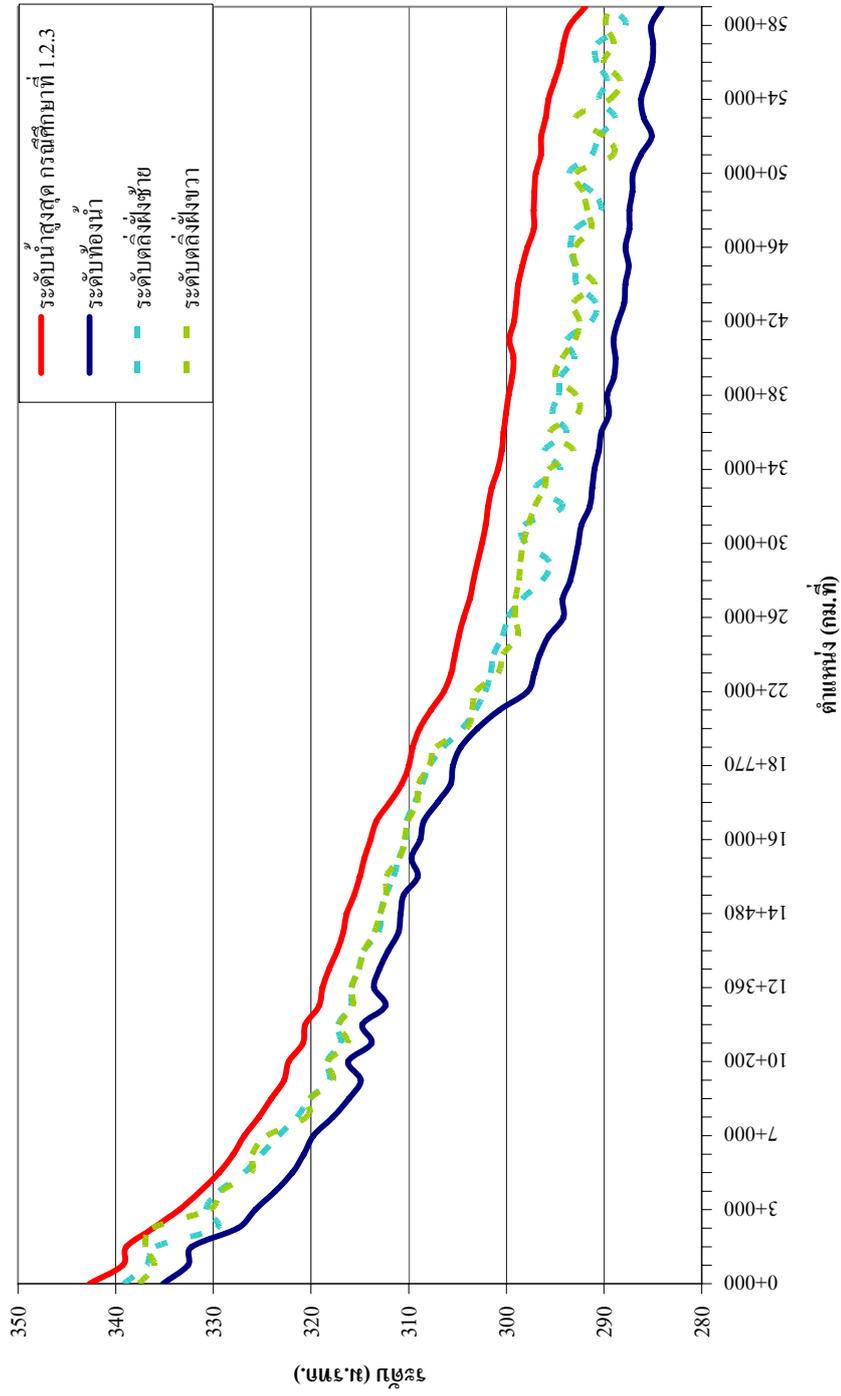
ภาพผนวกที่ ๗7 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายและขวาจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแก่งเสือเต้นในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.1.

ตารางผนวกที่ จ8 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.2.

ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.86	1.86	3 ชั่วโมง 49 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.37	0.37	4 ชั่วโมง 3 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.77	1.77	4 ชั่วโมง 42 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.86	1.86	4 ชั่วโมง 57 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.73	1.73	5 ชั่วโมง 51 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.01	1.01	6 ชั่วโมง 1 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.90	1.90	6 ชั่วโมง 10 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.97	0.97	6 ชั่วโมง 17 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.75	1.25	7 ชั่วโมง 20 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.88	1.88	14 ชั่วโมง 54 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.54	1.46	15 ชั่วโมง 36 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+300.88	0.88	18 ชั่วโมง 7 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.31	2.31	19 ชั่วโมง 8 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.78	1.78	19 ชั่วโมง 43 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.14	1.64	22 ชั่วโมง 3 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.00	1.00	22 ชั่วโมง 7 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+295.99	5.98	22 ชั่วโมง 12 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.52	3.59	22 ชั่วโมง 31 นาที

ตารางผนวกที่ ๑๑ แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.3.

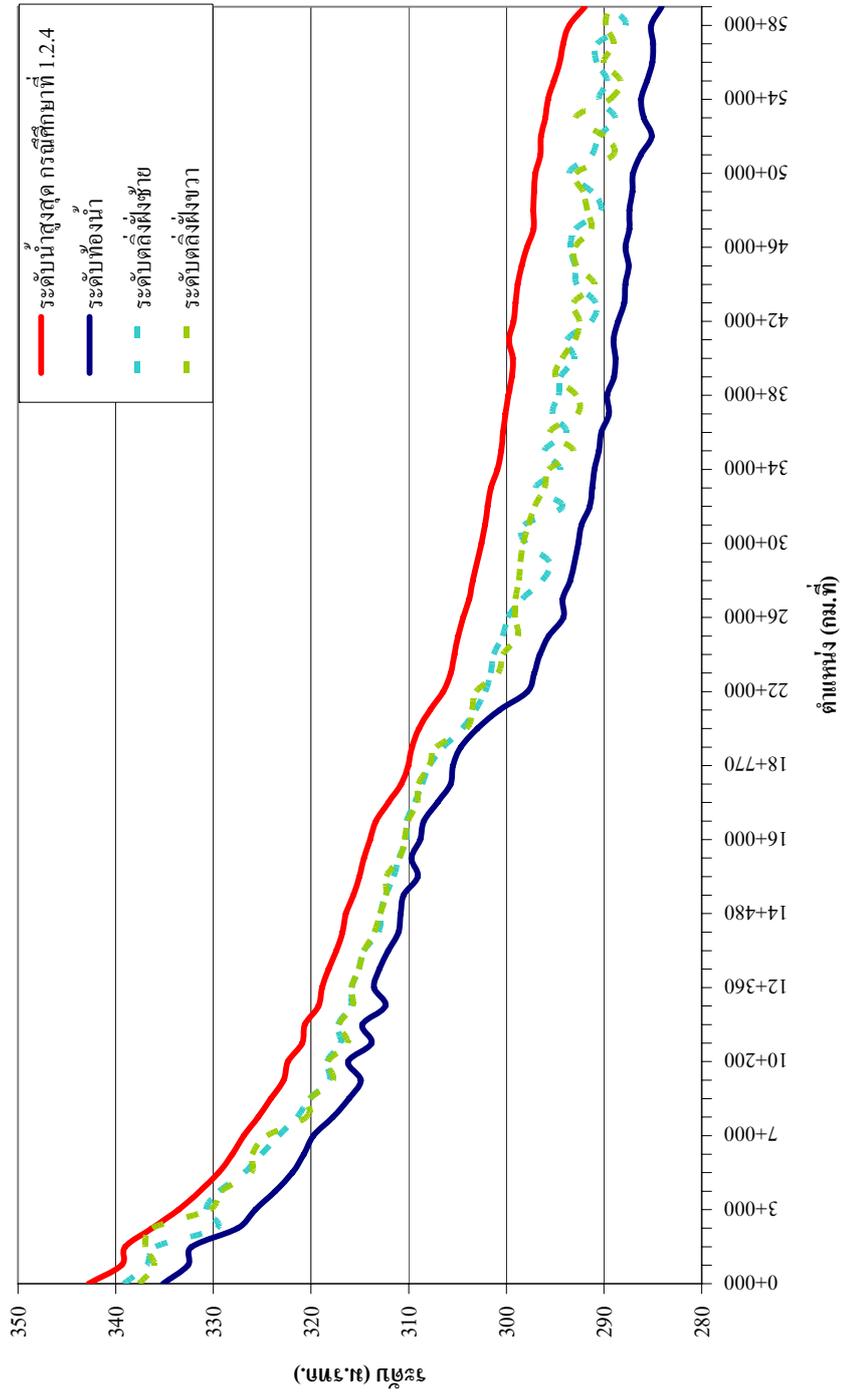
(กม.ที่)	ตำแหน่งที่ตั้ง	ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	ความสูง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ
			ของน้ำเหนือตลิ่ง (ม.)	สูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.83	1.83	3 ชั่วโมง 45 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.34	0.34	4 ชั่วโมง 0 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.75	1.75	4 ชั่วโมง 42 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.84	1.84	4 ชั่วโมง 56 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.71	1.71	5 ชั่วโมง 52 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+314.99	0.99	6 ชั่วโมง 3 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.89	1.89	6 ชั่วโมง 11 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.94	0.94	6 ชั่วโมง 17 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.73	1.23	7 ชั่วโมง 22 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.86	1.86	15 ชั่วโมง 10 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.52	1.48	15 ชั่วโมง 7 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.86	0.86	17 ชั่วโมง 42 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.29	2.29	19 ชั่วโมง 21 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.76	1.76	20 ชั่วโมง 20 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.13	1.63	22 ชั่วโมง 2 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+296.99	0.99	22 ชั่วโมง 7 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+295.97	5.96	23 ชั่วโมง 2 นาที
58+000	บ้านศรีข้อย	+293.51	3.58	23 ชั่วโมง 20 นาที



ภาพผนวกที่ ๑๑ แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุ้มขรวาในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.3.

ตารางผนวกที่ 10 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.4.

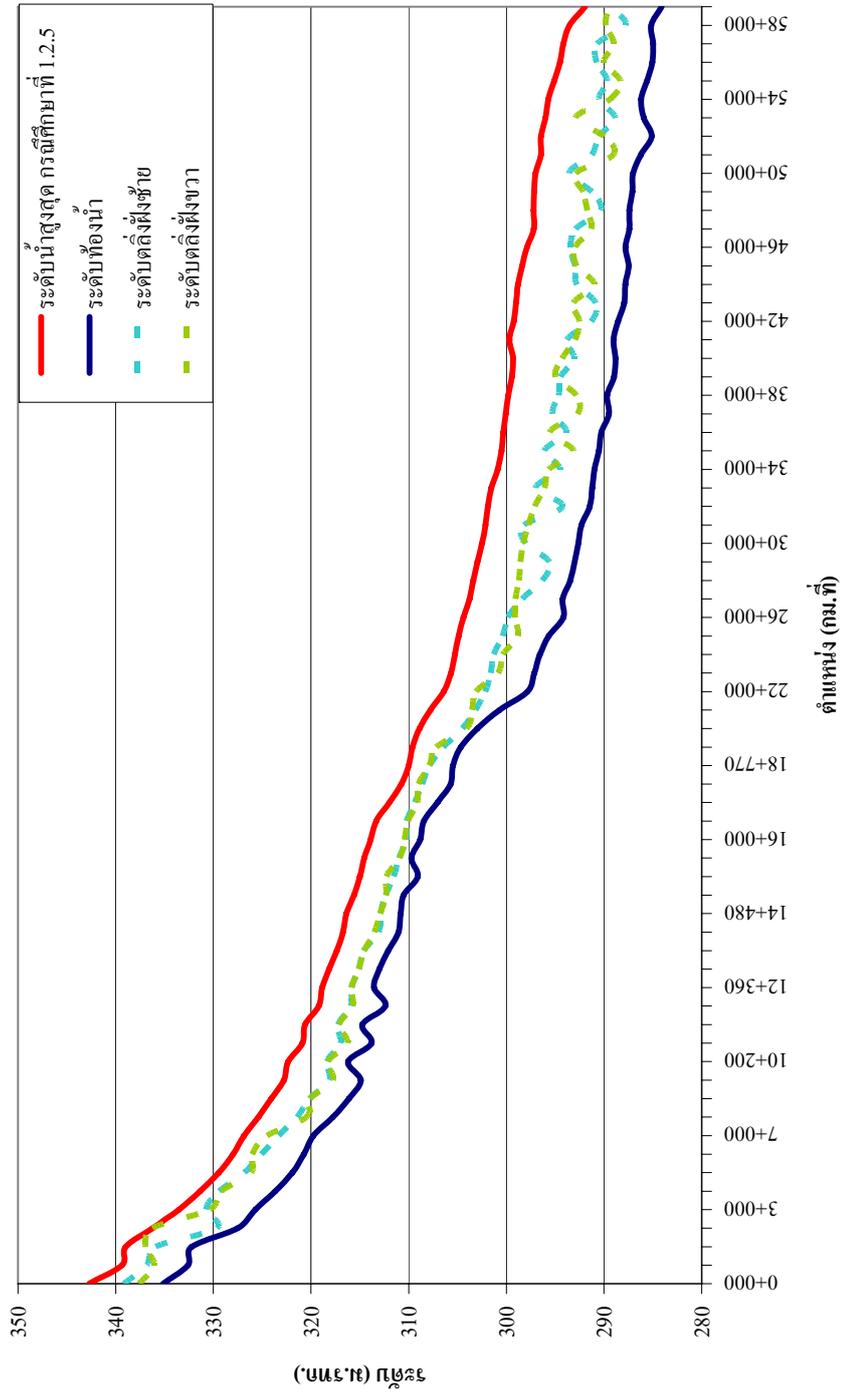
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.89	1.89	4 ชั่วโมง 6 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.41	0.41	4 ชั่วโมง 21 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.81	1.81	4 ชั่วโมง 50 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.90	1.90	5 ชั่วโมง 4 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.77	1.77	5 ชั่วโมง 53 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.04	1.04	6 ชั่วโมง 2 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.94	1.94	6 ชั่วโมง 12 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.07	1.07	6 ชั่วโมง 22 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.79	1.29	7 ชั่วโมง 30 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.92	1.92	14 ชั่วโมง 37 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.58	1.42	15 ชั่วโมง 11 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+300.91	0.91	16 ชั่วโมง 30 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.33	2.33	18 ชั่วโมง 1 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.80	1.80	19 ชั่วโมง 32 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.17	1.67	24 ชั่วโมง 39 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.03	1.03	24 ชั่วโมง 44 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.01	6.00	24 ชั่วโมง 58 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.55	3.62	25 ชั่วโมง 22 นาที



ภาพผนวกที่ ๑10 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายและขวาของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.4.

ตารางผนวกที่ จ11 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.5.

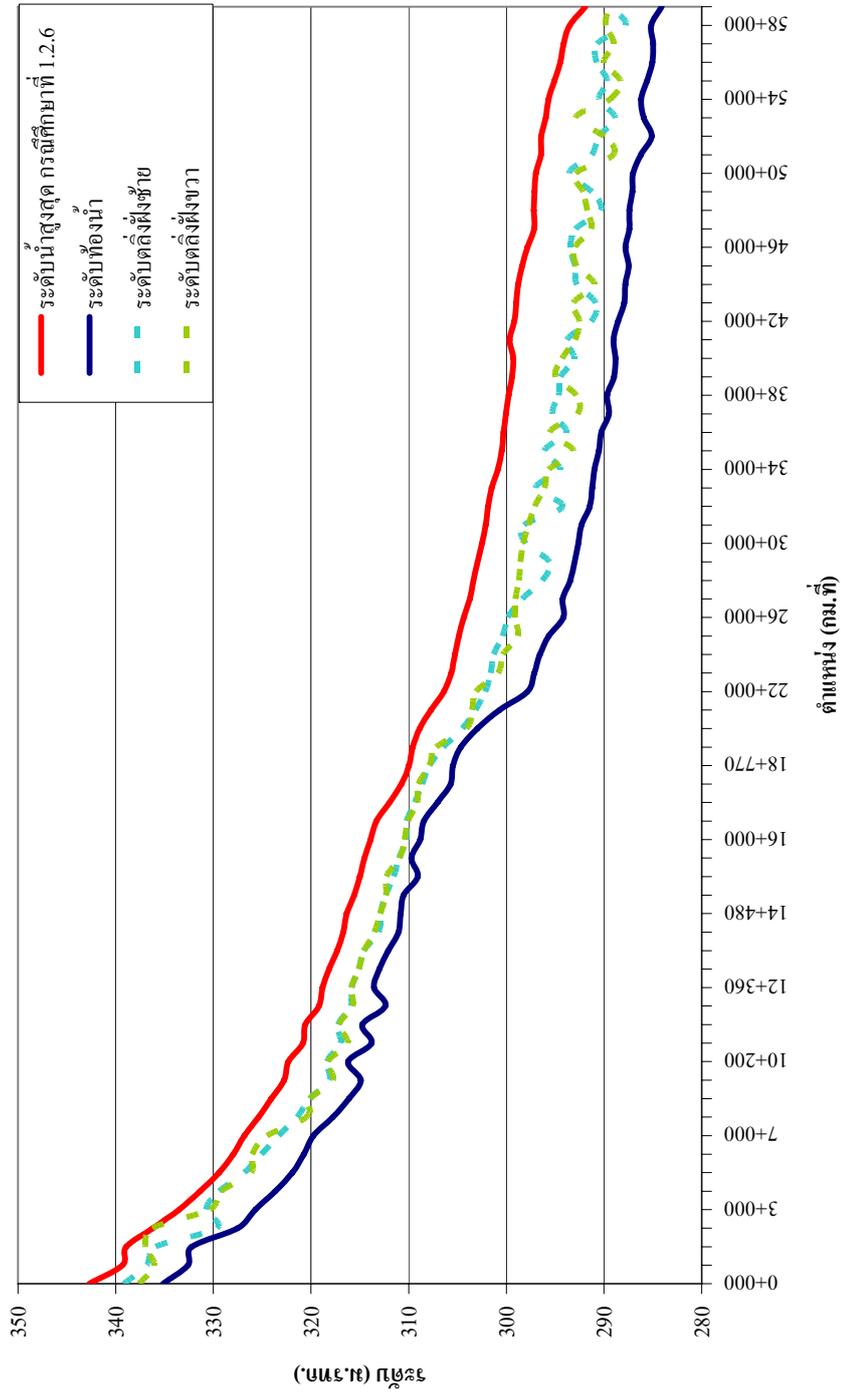
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.87	1.87	3 ชั่วโมง 49 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.38	0.38	4 ชั่วโมง 1 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.78	1.78	4 ชั่วโมง 40 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.87	1.87	4 ชั่วโมง 55 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.73	1.73	5 ชั่วโมง 49 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.01	1.01	5 ชั่วโมง 59 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.91	1.91	6 ชั่วโมง 8 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.98	0.98	6 ชั่วโมง 14 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.76	1.26	7 ชั่วโมง 18 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.88	1.88	14 ชั่วโมง 51 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.54	1.46	15 ชั่วโมง 38 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+300.88	0.88	18 ชั่วโมง 6 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.31	2.31	19 ชั่วโมง 0 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.78	1.78	20 ชั่วโมง 1 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.15	1.65	22 ชั่วโมง 27 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.01	1.01	22 ชั่วโมง 30 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+295.99	5.98	22 ชั่วโมง 38 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.53	3.60	23 ชั่วโมง 16 นาที



ภาพผนวกที่ ข11 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.5.

ตารางผนวกที่ จ12 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.6.

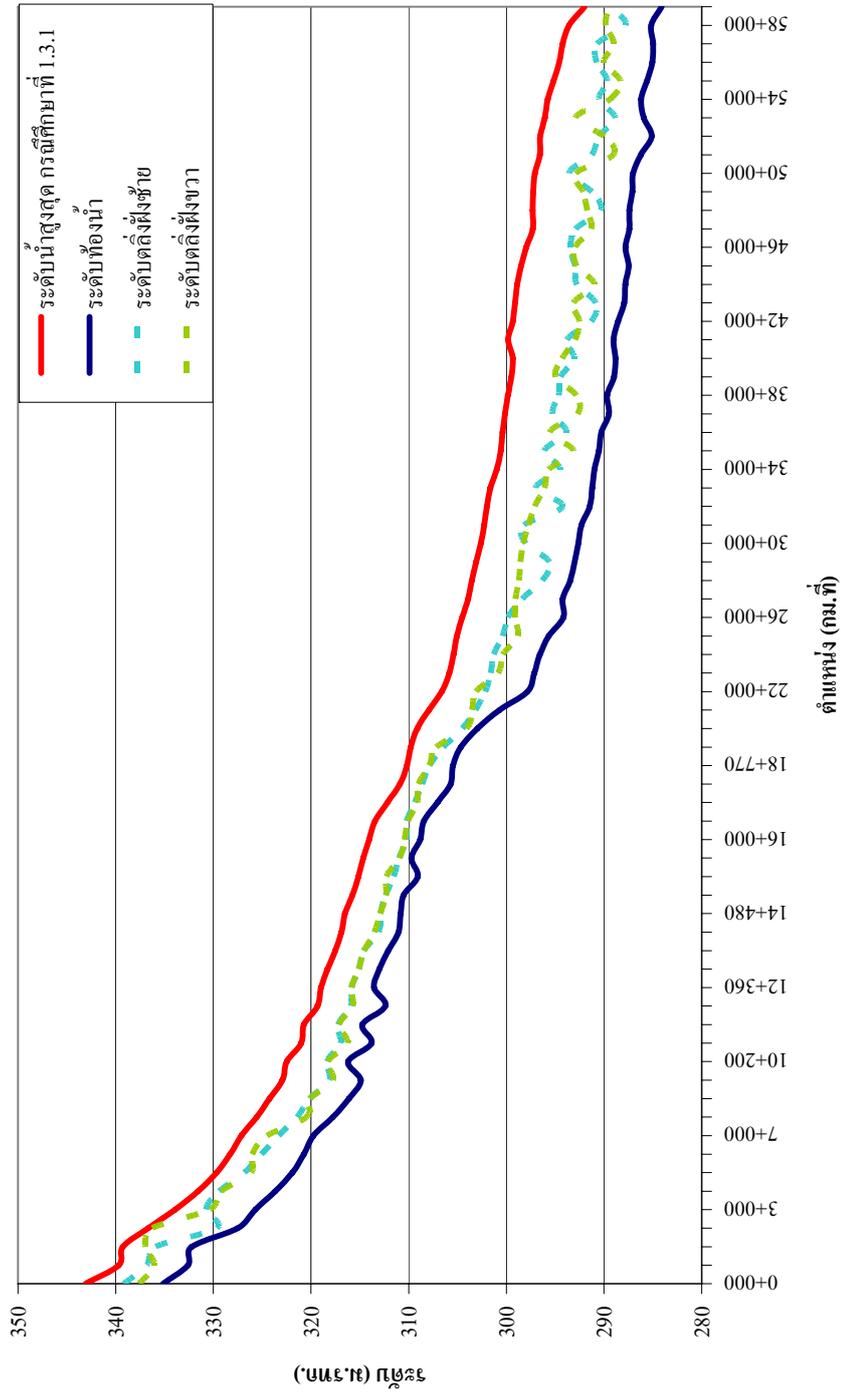
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.84	1.84	3 ชั่วโมง 54 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.35	0.35	3 ชั่วโมง 59 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.75	1.75	4 ชั่วโมง 41 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.84	1.84	4 ชั่วโมง 55 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.71	1.71	5 ชั่วโมง 51 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+314.99	0.99	6 ชั่วโมง 0 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.89	1.89	6 ชั่วโมง 10 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.95	0.95	6 ชั่วโมง 15 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.73	1.23	7 ชั่วโมง 20 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.86	1.86	15 ชั่วโมง 6 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.52	1.48	16 ชั่วโมง 20 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.86	0.86	18 ชั่วโมง 11 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.29	2.29	19 ชั่วโมง 2 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.76	1.76	19 ชั่วโมง 47 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.12	1.62	21 ชั่วโมง 29 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+296.98	0.98	22 ชั่วโมง 59 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+295.97	5.96	23 ชั่วโมง 5 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.51	3.58	23 ชั่วโมง 20 นาที



ภาพผนวกที่ ข12 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านซ้ายและขวาของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 1.2.6.

ตารางผนวกที่ จ13 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)กรณีศึกษาที่ 1.3.1.

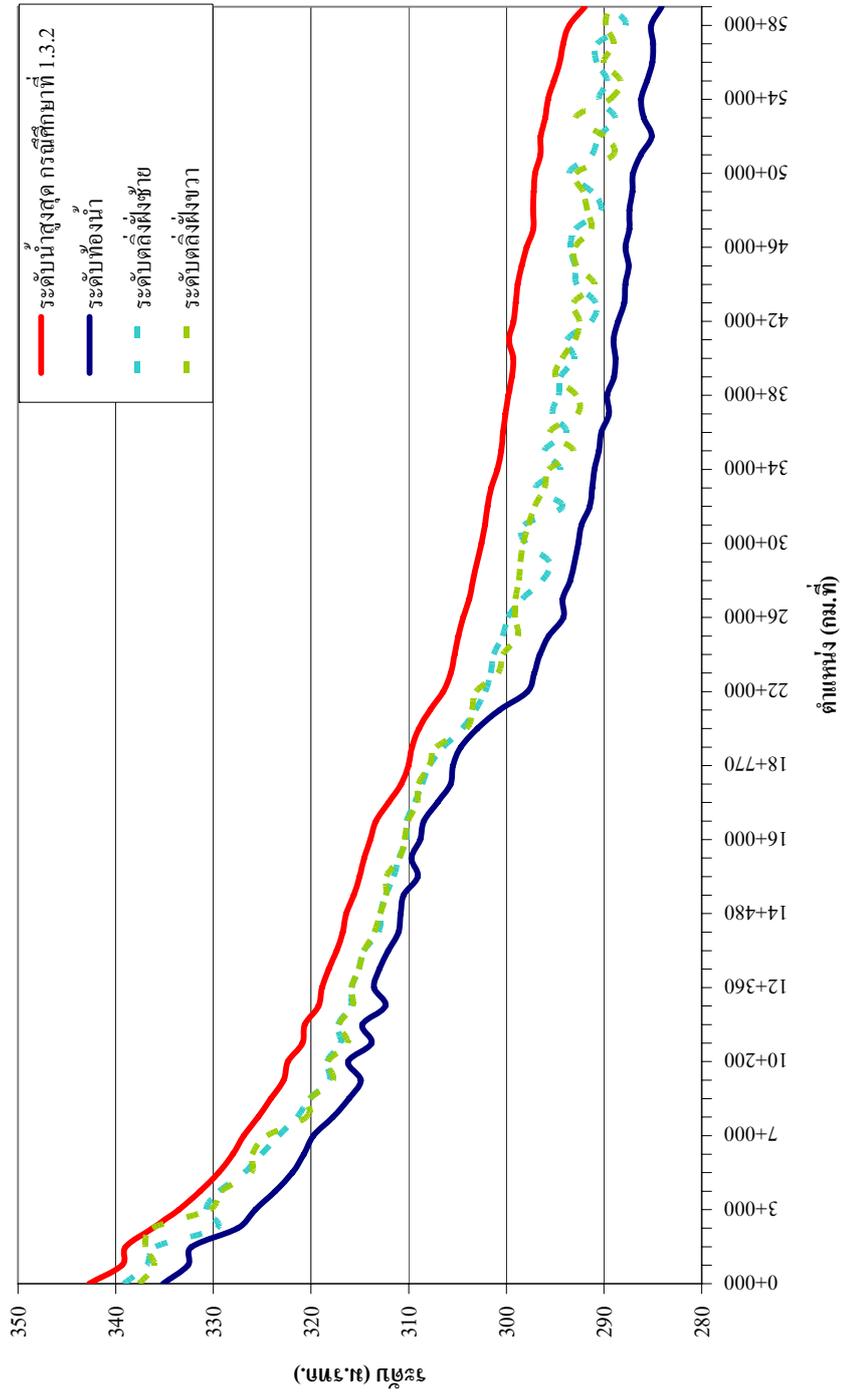
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+327.14	2.14	4 ชั่วโมง 36 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.55	0.55	4 ชั่วโมง 46 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.93	1.93	5 ชั่วโมง 14 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+321.00	2.00	5 ชั่วโมง 27 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.88	1.88	6 ชั่วโมง 10 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.14	1.14	6 ชั่วโมง 18 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+314.04	2.04	6 ชั่วโมง 24 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.18	1.18	6 ชั่วโมง 33 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.92	1.42	7 ชั่วโมง 31 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.99	1.99	13 ชั่วโมง 39 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.65	1.35	14 ชั่วโมง 13 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+300.98	0.98	15 ชั่วโมง 34 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.39	2.39	17 ชั่วโมง 0 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.84	1.84	18 ชั่วโมง 38 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.23	1.73	20 ชั่วโมง 55 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.09	1.09	20 ชั่วโมง 58 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.06	6.05	21 ชั่วโมง 4 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.59	3.66	21 ชั่วโมง 25 นาที



ภาพผนวกที่ ข13 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.1.

ตารางผนวกที่ จ14 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.2.

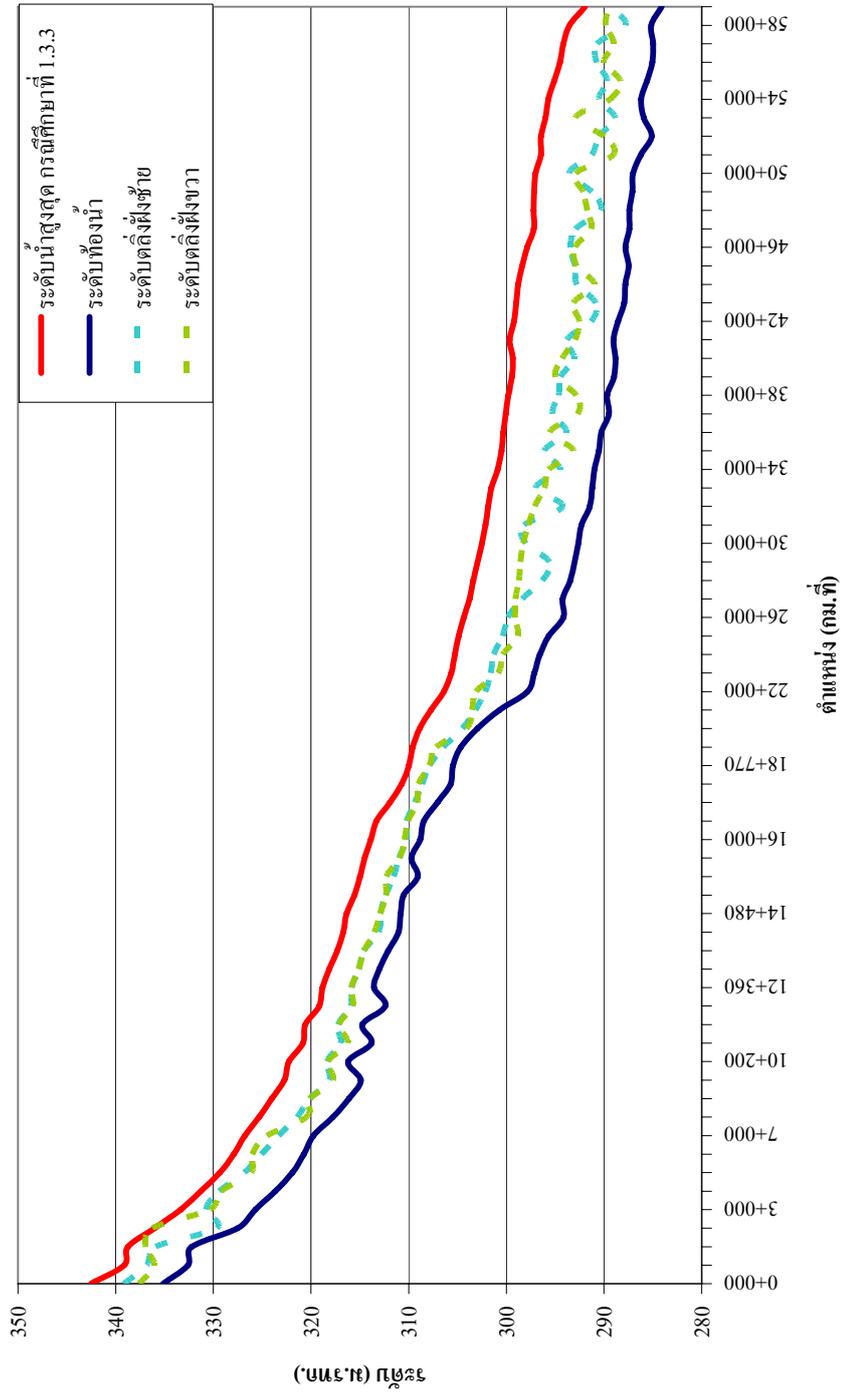
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.88	1.88	4 ชั่วโมง 6 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.40	0.40	4 ชั่วโมง 21 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.80	1.80	4 ชั่วโมง 50 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.89	1.89	5 ชั่วโมง 4 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.76	1.76	5 ชั่วโมง 53 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.03	1.03	6 ชั่วโมง 2 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.93	1.93	6 ชั่วโมง 12 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.05	1.05	6 ชั่วโมง 22 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.79	1.29	7 ชั่วโมง 30 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.91	1.91	14 ชั่วโมง 37 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.57	1.43	15 ชั่วโมง 11 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+300.91	0.91	16 ชั่วโมง 30 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.33	2.33	18 ชั่วโมง 1 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.79	1.79	19 ชั่วโมง 32 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.19	1.69	24 ชั่วโมง 39 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.05	1.05	24 ชั่วโมง 44 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.02	6.01	24 ชั่วโมง 58 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.56	3.63	25 ชั่วโมง 22 นาที



ภาพผนวกที่ ๑14 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษารังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลกลับข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.2.

ตารางผนวกที่ จ15 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)กรณีศึกษาที่ 1.3.3.

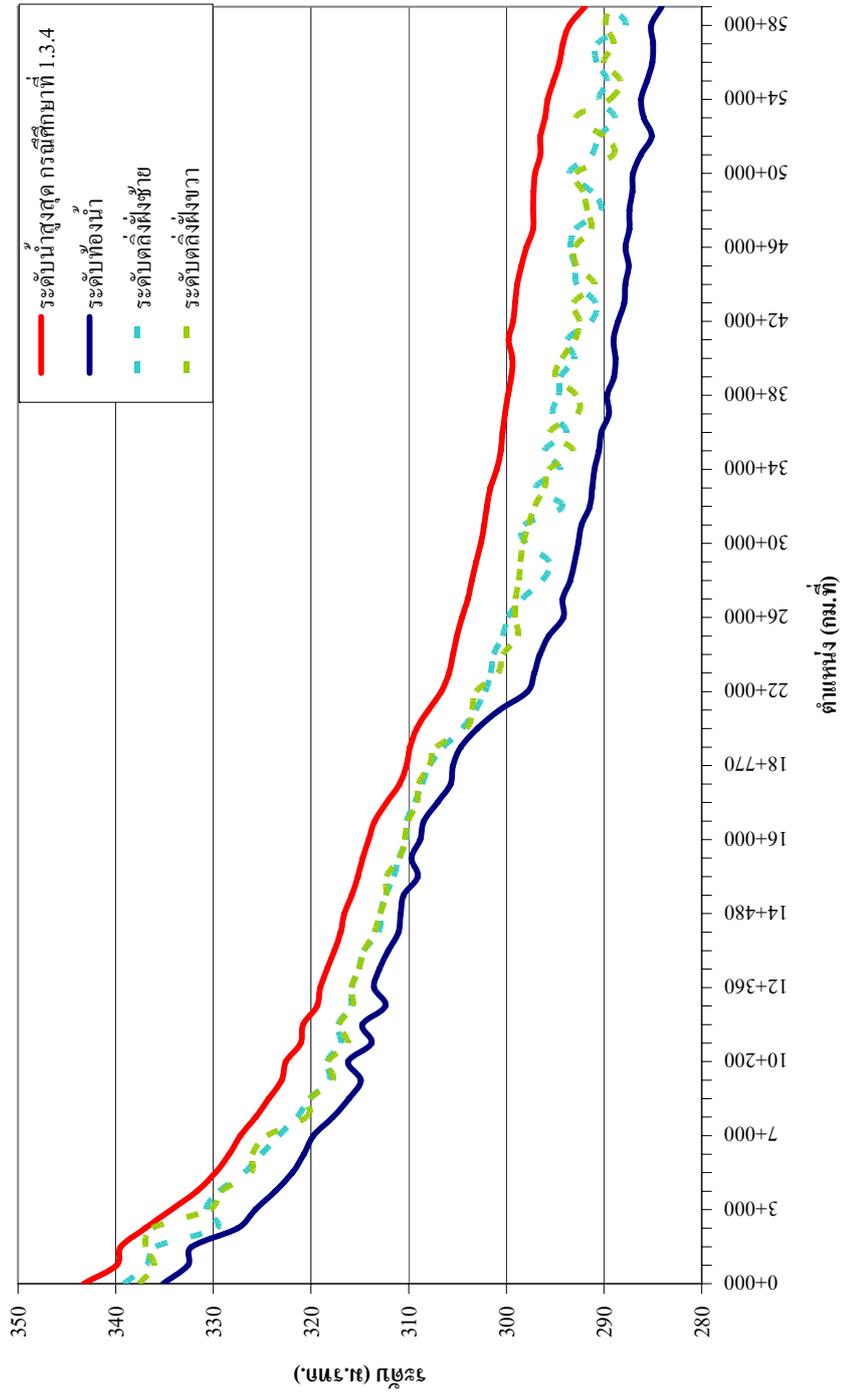
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.79	1.79	3 ชั่วโมง 50 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.30	0.30	4 ชั่วโมง 8 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.73	1.73	4 ชั่วโมง 53 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.82	1.82	5 ชั่วโมง 7 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.70	1.70	6 ชั่วโมง 4 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+314.98	0.98	6 ชั่วโมง 14 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.87	1.87	6 ชั่วโมง 22 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.92	0.92	6 ชั่วโมง 29 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.73	1.23	7 ชั่วโมง 34 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.87	1.87	15 ชั่วโมง 5 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.53	1.47	15 ชั่วโมง 37 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.88	0.88	18 ชั่วโมง 27 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.31	2.31	19 ชั่วโมง 32 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.78	1.78	20 ชั่วโมง 24 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.15	1.65	23 ชั่วโมง 30 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.01	1.01	23 ชั่วโมง 35 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+295.99	5.98	23 ชั่วโมง 40 นาที
58+000	บ้านศรีข้อย	+293.53	3.60	24 ชั่วโมง 0 นาที



ภาพผนวกที่ ๑15 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.3.

ตารางผนวกที่ จ16 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)กรณีศึกษาที่ 1.3.4.

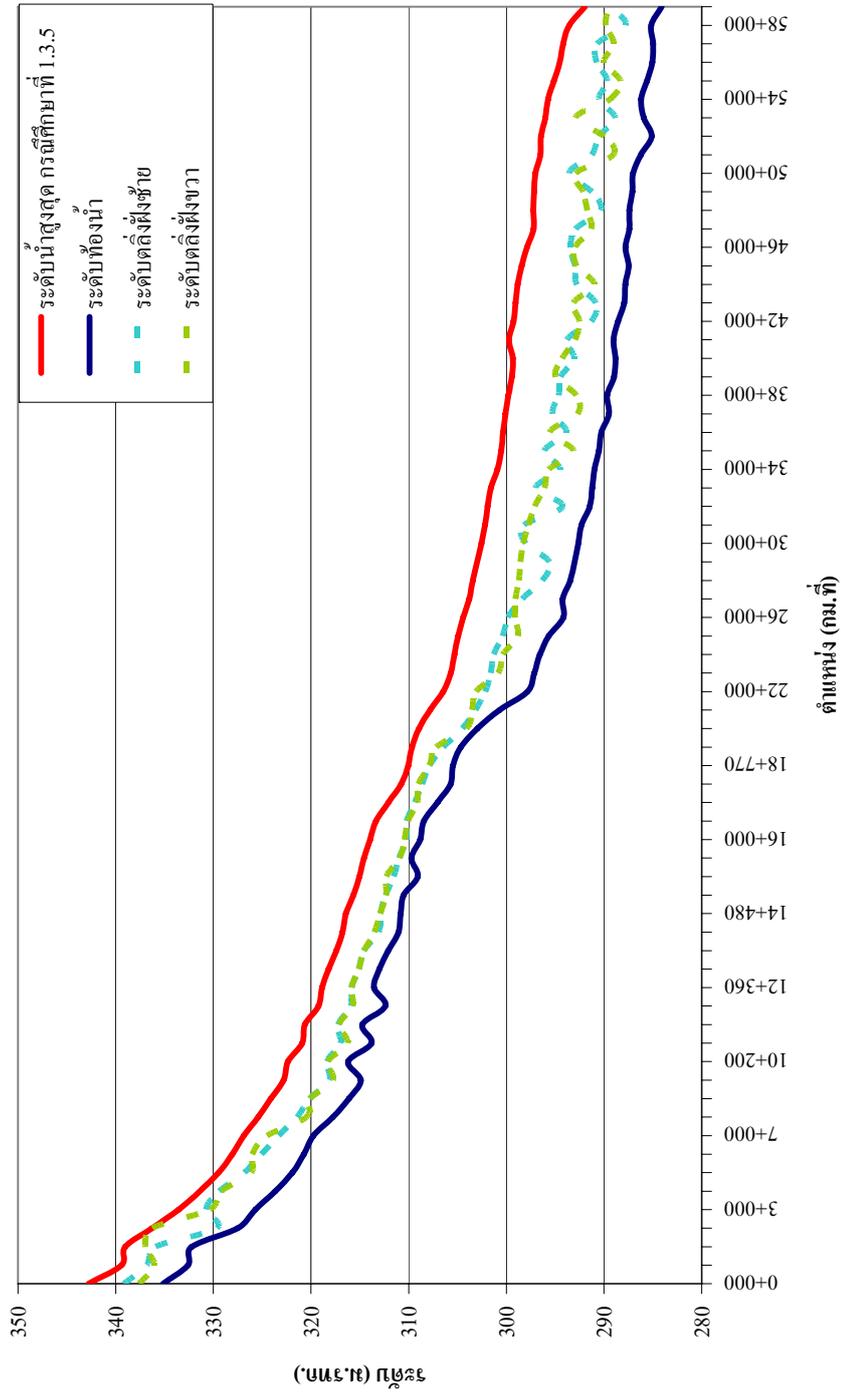
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+327.24	2.24	4 ชั่วโมง 19 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.67	0.67	4 ชั่วโมง 30 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+323.00	2.00	4 ชั่วโมง 54 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+321.06	2.06	5 ชั่วโมง 7 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.94	1.94	5 ชั่วโมง 48 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.19	1.19	5 ชั่วโมง 56 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+314.09	2.09	6 ชั่วโมง 3 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.24	1.24	6 ชั่วโมง 11 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.96	1.46	7 ชั่วโมง 9 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.99	1.99	13 ชั่วโมง 18 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.65	1.35	13 ชั่วโมง 50 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.98	0.98	15 ชั่วโมง 5 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.38	2.38	17 ชั่วโมง 27 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.85	1.85	18 ชั่วโมง 17 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.20	1.70	22 ชั่วโมง 30 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.06	1.06	22 ชั่วโมง 33 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.03	6.02	22 ชั่วโมง 39 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.57	3.64	22 ชั่วโมง 56 นาที



ภาพผนวกที่ ๑16 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.4.

ตารางผนวกที่ จ17 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) กรณีศึกษาที่ 1.3.5.

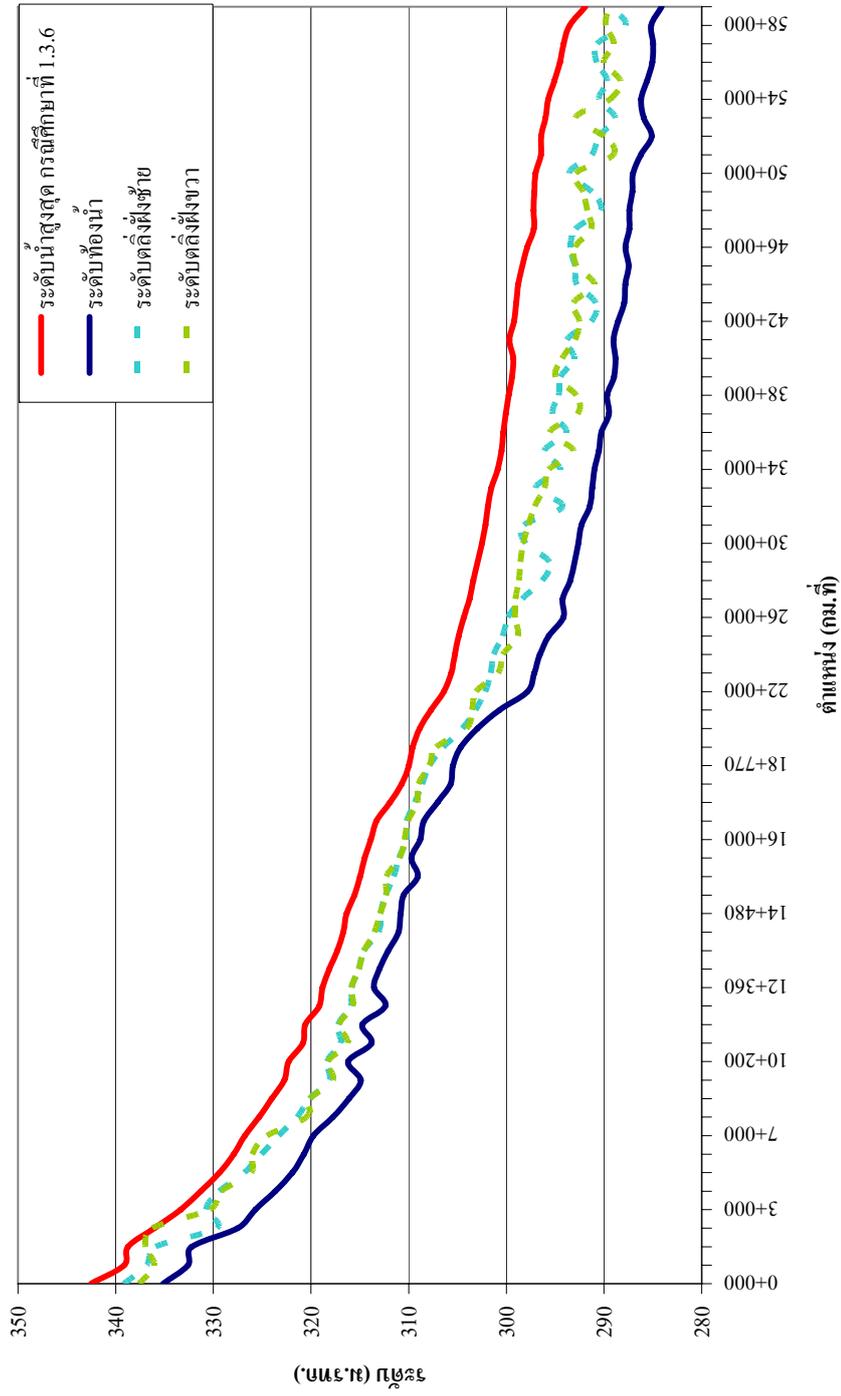
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.89	1.89	4 ชั่วโมง 6 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.41	0.41	4 ชั่วโมง 21 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.81	1.81	4 ชั่วโมง 50 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.90	1.90	5 ชั่วโมง 4 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.77	1.77	5 ชั่วโมง 53 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.04	1.04	6 ชั่วโมง 2 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.94	1.94	6 ชั่วโมง 12 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.07	1.07	6 ชั่วโมง 22 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.79	1.29	7 ชั่วโมง 30 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.92	1.92	14 ชั่วโมง 37 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.58	1.42	15 ชั่วโมง 11 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสื่อ	+300.91	0.91	16 ชั่วโมง 30 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.33	2.33	18 ชั่วโมง 1 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.80	1.80	19 ชั่วโมง 32 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.17	1.67	24 ชั่วโมง 39 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.03	1.03	24 ชั่วโมง 44 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.01	6.00	24 ชั่วโมง 58 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.55	3.62	25 ชั่วโมง 22 นาที



ภาพผนวกที่ ๑17 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษารังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลกลับข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.5.

ตารางผนวกที่ จ18 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุคมธาราในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B)กรณีศึกษาที่ 1.3.6.

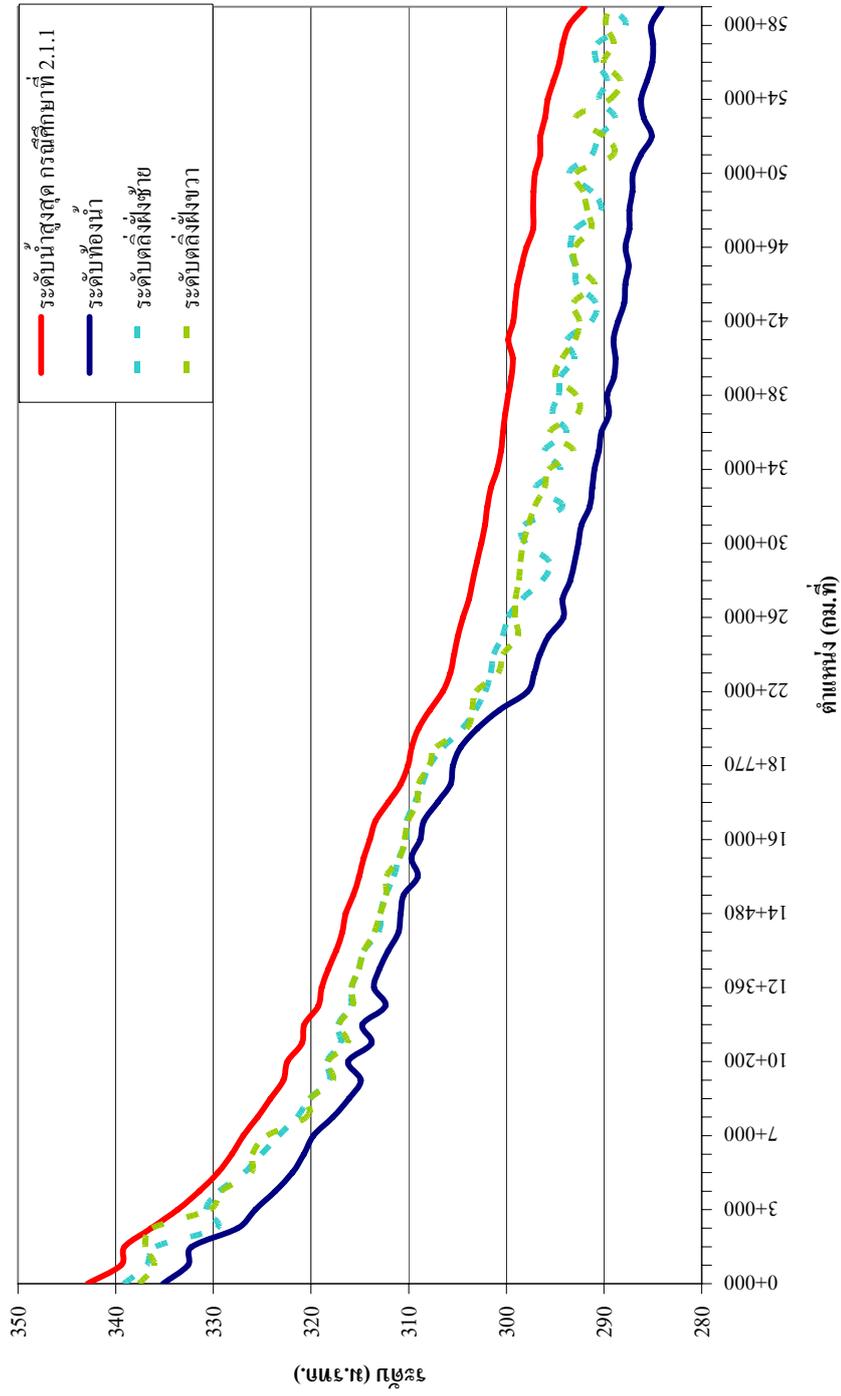
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.79	1.79	3 ชั่วโมง 50 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.31	0.31	4 ชั่วโมง 7 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.73	1.73	4 ชั่วโมง 50 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.82	1.82	5 ชั่วโมง 5 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.70	1.70	6 ชั่วโมง 2 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+314.98	0.98	6 ชั่วโมง 12 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.88	1.88	6 ชั่วโมง 22 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.93	0.93	6 ชั่วโมง 27 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.73	1.23	7 ชั่วโมง 34 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.88	1.88	15 ชั่วโมง 7 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.54	1.46	15 ชั่วโมง 50 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.88	0.88	18 ชั่วโมง 23 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.31	2.31	18 ชั่วโมง 53 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.76	1.76	21 ชั่วโมง 18 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.14	1.64	22 ชั่วโมง 45 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.00	1.00	22 ชั่วโมง 48 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+295.98	5.97	22 ชั่วโมง 54 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.52	3.59	23 ชั่วโมง 15 นาที



ภาพผนวกที่ ข18 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษารังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของน้ำไหลกลับข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ในกลุ่มย่อยที่ 1.3. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width, B) กรณีศึกษาที่ 1.3.6.

ตารางผนวกที่ จ19 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุ้มธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.1.

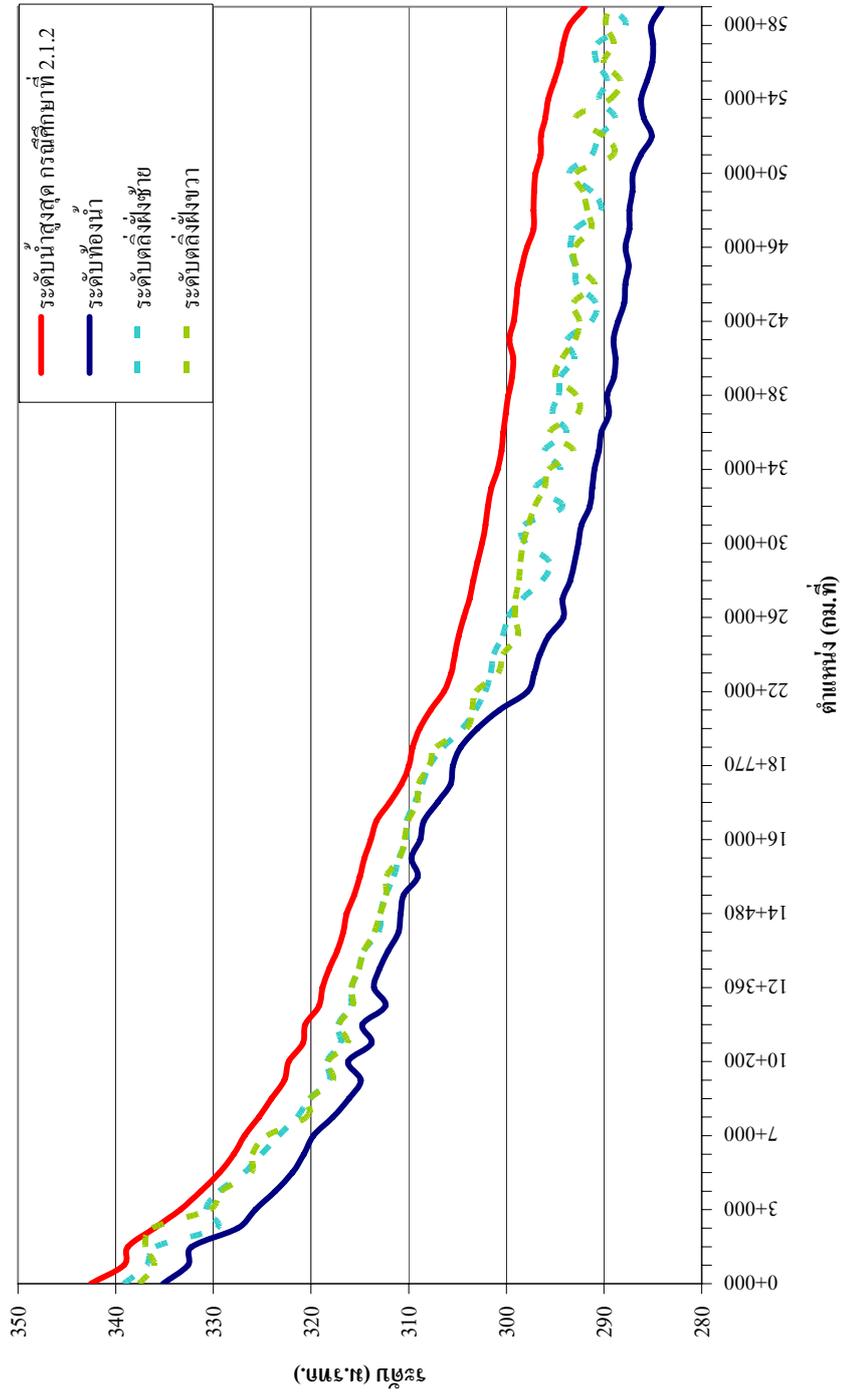
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.94	1.94	4 ชั่วโมง 18 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.45	0.45	4 ชั่วโมง 29 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.84	1.84	5 ชั่วโมง 3 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.93	1.93	5 ชั่วโมง 18 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.81	1.81	6 ชั่วโมง 7 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.07	1.07	6 ชั่วโมง 17 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.97	1.97	6 ชั่วโมง 22 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.10	1.10	6 ชั่วโมง 30 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.83	1.33	7 ชั่วโมง 28 นาที
32+000	บ้านท่าต้นกวาว	+301.94	1.94	14 ชั่วโมง 36 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.60	1.40	15 ชั่วโมง 8 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.93	0.93	16 ชั่วโมง 7 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.35	2.35	18 ชั่วโมง 47 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.82	1.82	19 ชั่วโมง 19 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.21	1.71	22 ชั่วโมง 37 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.07	1.07	22 ชั่วโมง 40 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.04	6.03	24 ชั่วโมง 38 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.58	3.65	24 ชั่วโมง 56 นาที



ภาพผนวกที่ ข19 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope, ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.1.

ตารางผนวกที่ จ20 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุ้มธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.2.

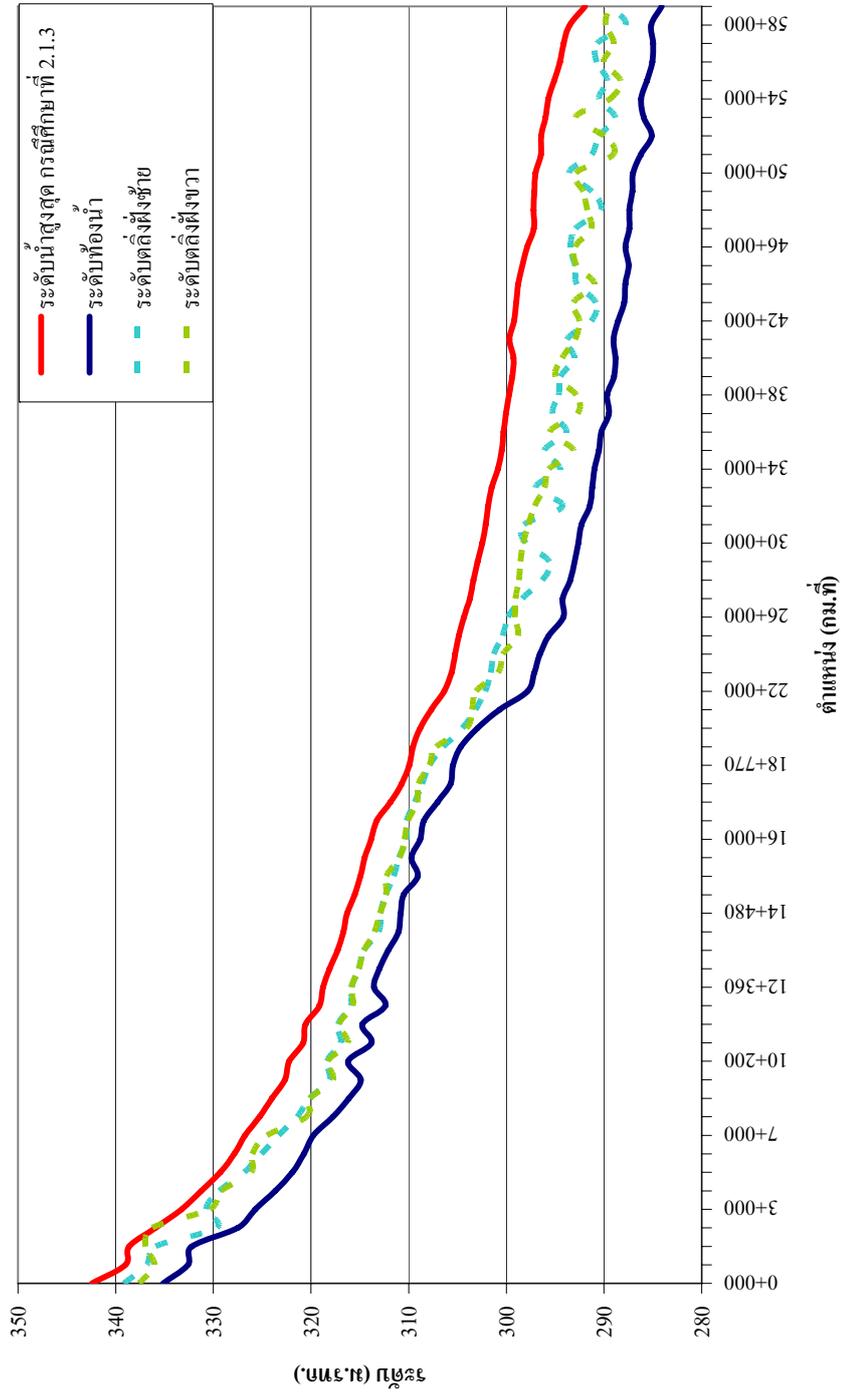
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดหลังจากเขื่อนเริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.80	1.80	4 ชั่วโมง 10 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.32	0.32	4 ชั่วโมง 25 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.74	1.74	5 ชั่วโมง 9 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.83	1.83	5 ชั่วโมง 22 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.71	1.71	6 ชั่วโมง 18 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+314.99	0.99	6 ชั่วโมง 28 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.88	1.88	6 ชั่วโมง 37 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.94	0.94	6 ชั่วโมง 44 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.74	1.24	7 ชั่วโมง 48 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.88	1.88	15 ชั่วโมง 15 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.54	1.46	15 ชั่วโมง 59 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.88	0.88	17 ชั่วโมง 23 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.31	2.31	19 ชั่วโมง 53 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.78	1.78	20 ชั่วโมง 10 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.15	1.65	22 ชั่วโมง 59 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.01	1.01	22 ชั่วโมง 50 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.00	5.99	23 ชั่วโมง 14 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.53	3.60	23 ชั่วโมง 32 นาที



ภาพผนวกที่ จ20 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope, ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.2.

ตารางผนวกที่ จ21 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุ้มธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.3.

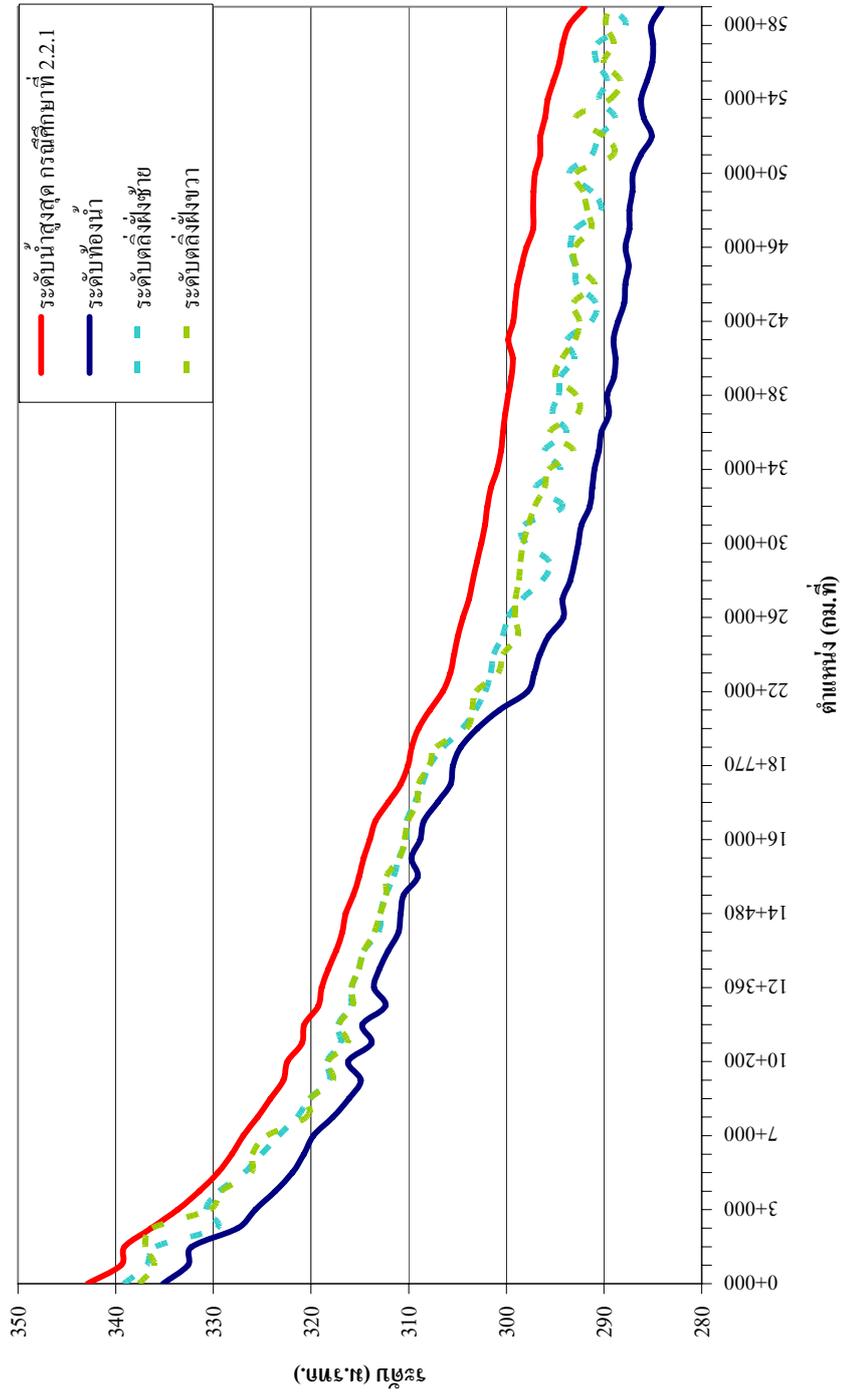
ตำแหน่ง (กม.ที่)	ที่ตั้ง	ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง (ม.)	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.75	1.75	4 ชั่วโมง 13 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.26	0.26	4 ชั่วโมง 33 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.69	1.69	5 ชั่วโมง 15 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.80	1.80	5 ชั่วโมง 30 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.67	1.67	6 ชั่วโมง 29 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+314.96	0.96	6 ชั่วโมง 42 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.85	1.85	6 ชั่วโมง 50 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.88	0.88	6 ชั่วโมง 56 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.70	1.20	8 ชั่วโมง 1 นาที
32+000	บ้านท่าต้นกวาว	+301.86	1.86	15 ชั่วโมง 45 นาที
33+000	บ้านคอนมูด	+301.52	-1.48	16 ชั่วโมง 45 นาที
34+000	บ้านทุ่งขี้เสือ	+300.86	0.86	18 ชั่วโมง 38 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.29	2.29	19 ชั่วโมง 15 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.75	1.75	20 ชั่วโมง 9 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.14	1.64	23 ชั่วโมง 7 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.00	1.00	23 ชั่วโมง 10 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+295.98	5.97	23 ชั่วโมง 29 นาที
58+000	บ้านศรีชัย	+293.52	3.59	23 ชั่วโมง 45 นาที



ภาพผนวกที่ จ21 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.1. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope, ss) กรณีศึกษาที่ 2.1.3.

ตารางผนวกที่ จ22 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.1.

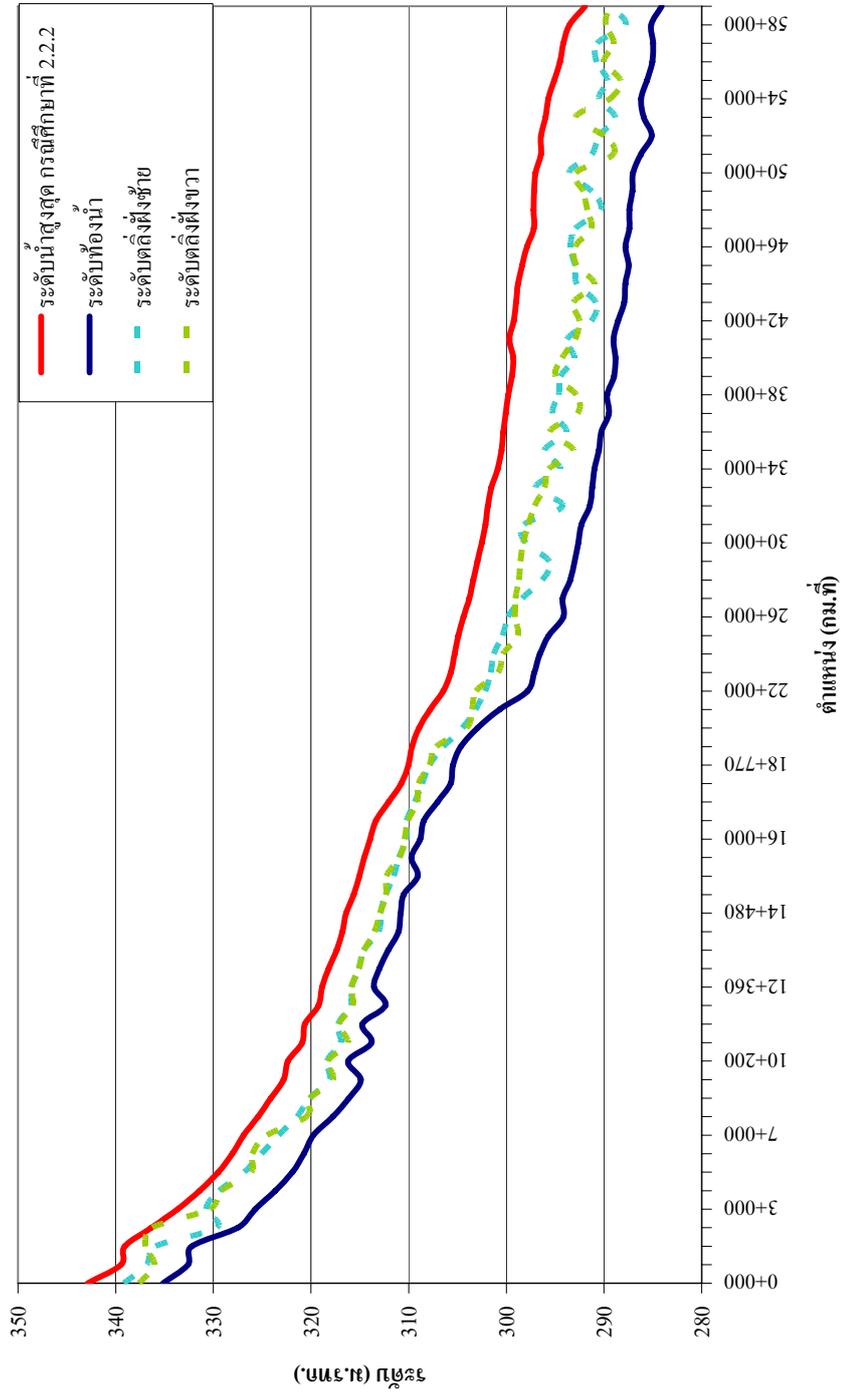
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.94	1.94	4 ชั่วโมง 18 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.45	0.45	4 ชั่วโมง 29 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.84	1.84	5 ชั่วโมง 3 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.93	1.93	5 ชั่วโมง 18 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.81	1.81	6 ชั่วโมง 7 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.07	1.07	6 ชั่วโมง 17 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.97	1.97	6 ชั่วโมง 22 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+312.10	1.10	6 ชั่วโมง 30 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.83	1.33	7 ชั่วโมง 28 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.94	1.94	14 ชั่วโมง 36 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.60	1.40	15 ชั่วโมง 8 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.93	0.93	16 ชั่วโมง 7 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.35	2.35	18 ชั่วโมง 47 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.82	1.82	19 ชั่วโมง 19 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.21	1.71	22 ชั่วโมง 37 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.07	1.07	22 ชั่วโมง 40 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+296.04	6.03	24 ชั่วโมง 38 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.58	3.65	24 ชั่วโมง 56 นาที



ภาพผนวกที่ จ22 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากกการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.1.

ตารางผนวกที่ จ23 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวางอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.2.

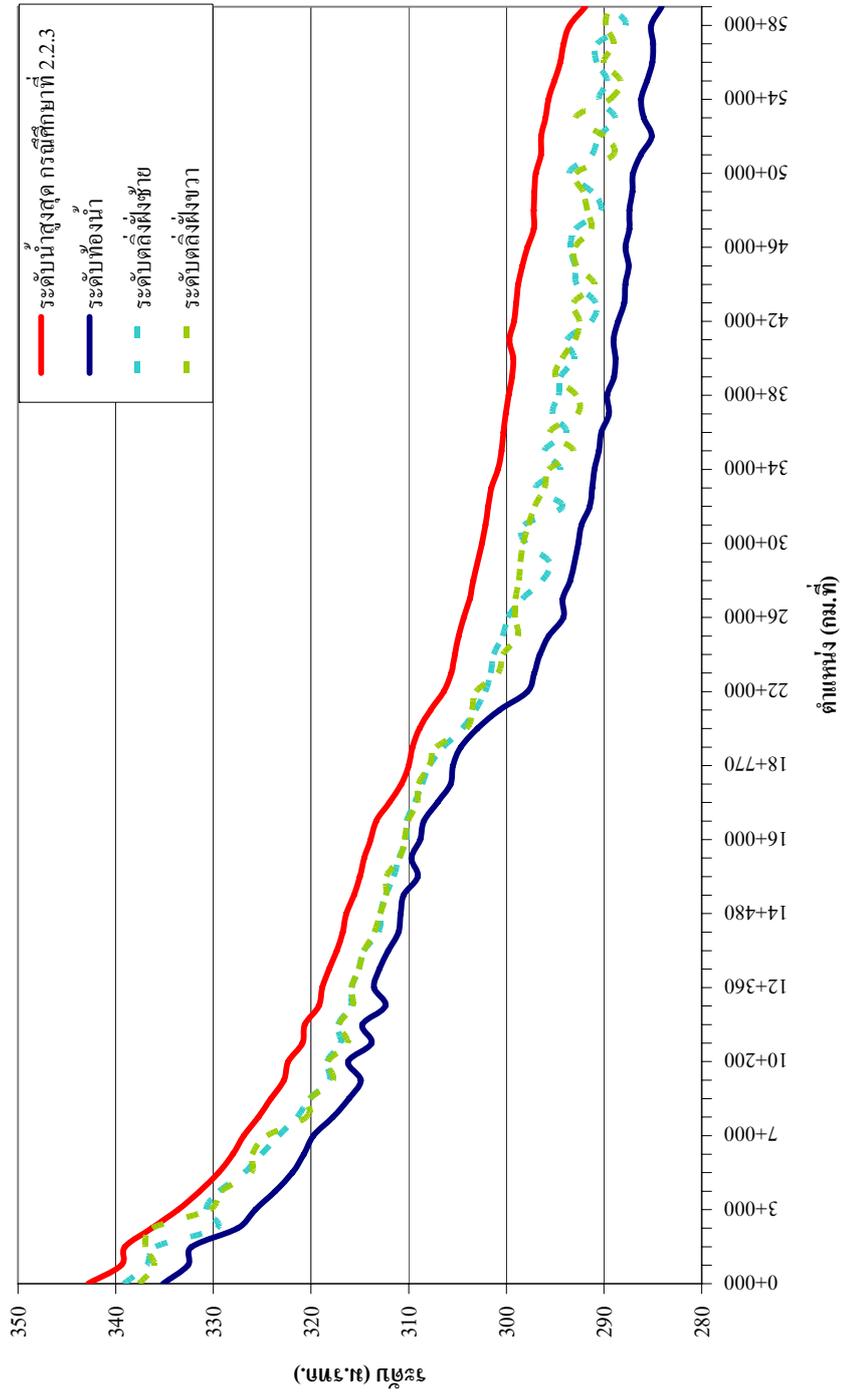
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.90	1.90	4 ชั่วโมง 6 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.41	0.41	4 ชั่วโมง 19 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.81	1.81	4 ชั่วโมง 45 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.90	1.90	5 ชั่วโมง 9 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.77	1.77	5 ชั่วโมง 59 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.04	1.04	6 ชั่วโมง 8 นาที
16+000	บ้านแม่กวาง	+313.94	1.94	6 ชั่วโมง 19 นาที
17+000	วัดแม่กวาง	+312.06	1.06	6 ชั่วโมง 32 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.79	1.29	7 ชั่วโมง 31 นาที
32+000	บ้านท่าต้นกวาว	+301.89	1.89	14 ชั่วโมง 54 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.55	1.45	15 ชั่วโมง 34 นาที
34+000	บ้านทุ่งขี้เสือ	+300.88	0.88	18 ชั่วโมง 25 นาที
36+000	บ้านริมกวาง	+300.31	2.31	18 ชั่วโมง 44 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.78	1.78	20 ชั่วโมง 11 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.15	1.65	22 ชั่วโมง 32 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+297.01	1.01	22 ชั่วโมง 36 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+295.99	5.98	23 ชั่วโมง 5 นาที
58+000	บ้านศรีข้อย	+293.53	3.60	23 ชั่วโมง 27 นาที



ภาพผนวกที่ จ23 แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากกการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.2.

ตารางผนวกที่ จ24 แสดงรายละเอียดของผลกระทบทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่กวงอุ้มธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.3.

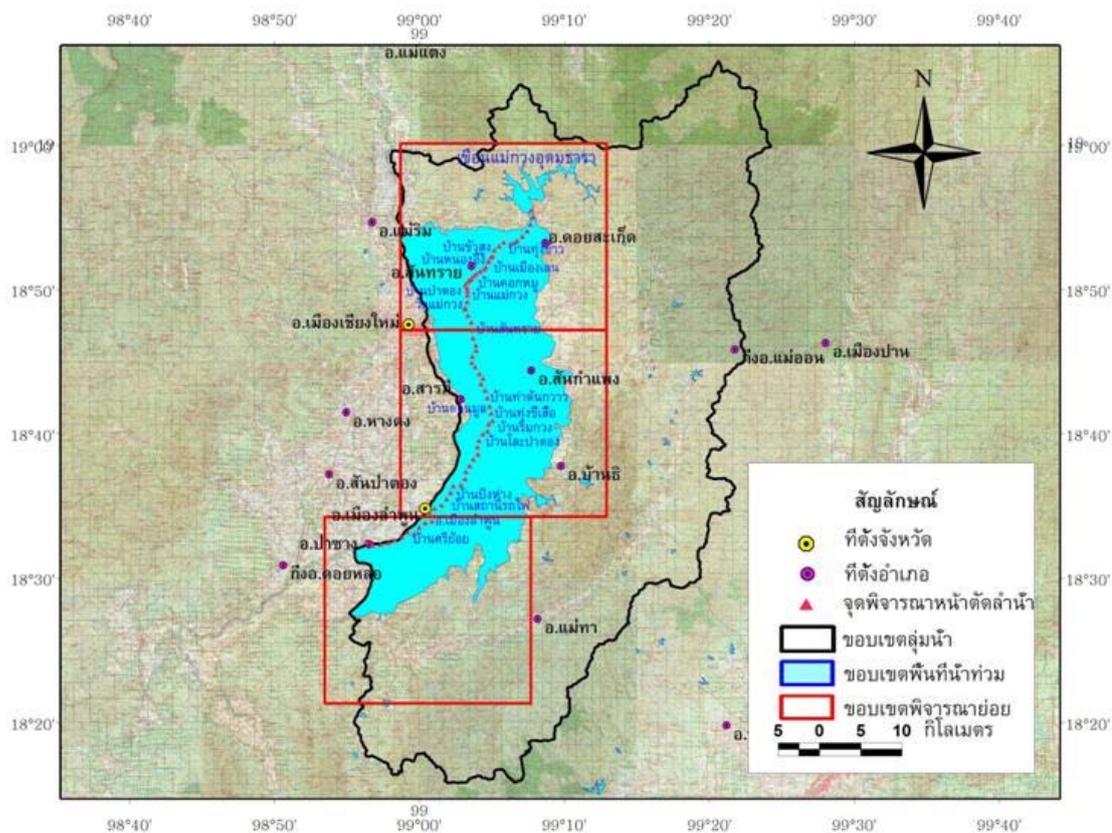
ตำแหน่ง		ระดับน้ำสูงสุด	ความสูง ของน้ำ เหนือตลิ่ง	เวลาที่เกิดระดับน้ำ สูงสุดหลังจากเขื่อน เริ่มพัง
(กม.ที่)	ที่ตั้ง	(ม.รทก.)	(ม.)	
7+000	บ้านทุ่งข้าวตอก	+326.88	1.88	4 ชั่วโมง 3 นาที
8+000	บ้านข้าวสูง	+325.39	0.39	4 ชั่วโมง 11 นาที
10+000	บ้านหนองอึ่ง	+322.78	1.78	4 ชั่วโมง 48 นาที
11+000	บ้านเมืองเลน	+320.87	1.87	5 ชั่วโมง 3 นาที
14+000	บ้านคอกหมู	+316.74	1.74	5 ชั่วโมง 56 นาที
15+000	บ้านป่าตอง	+315.01	1.01	6 ชั่วโมง 6 นาที
16+000	บ้านแม่กวง	+313.91	1.91	6 ชั่วโมง 15 นาที
17+000	วัดแม่กวง	+311.98	0.98	6 ชั่วโมง 22 นาที
21+000	บ้านสันทราย	+307.75	1.25	7 ชั่วโมง 25 นาที
32+000	บ้านท่าตันกวาว	+301.87	1.87	15 ชั่วโมง 7 นาที
33+000	บ้านคอนมูล	+301.53	1.47	15 ชั่วโมง 58 นาที
34+000	บ้านทุ่งจีเสือ	+300.87	0.87	18 ชั่วโมง 10 นาที
36+000	บ้านริมกวง	+300.30	2.30	18 ชั่วโมง 59 นาที
38+000	บ้านโล๊ะป่าตอง	+299.76	1.76	20 ชั่วโมง 23 นาที
49+000	บ้านปิงห่าง	+297.13	1.63	22 ชั่วโมง 41 นาที
50+000	บ้านสถานีรถไฟ	+296.99	0.99	22 ชั่วโมง 44 นาที
53+000	อ.เมืองลำพูน	+295.98	5.97	22 ชั่วโมง 49 นาที
58+000	บ้านศรีฮ้อย	+293.51	3.58	23 ชั่วโมง 7 นาที



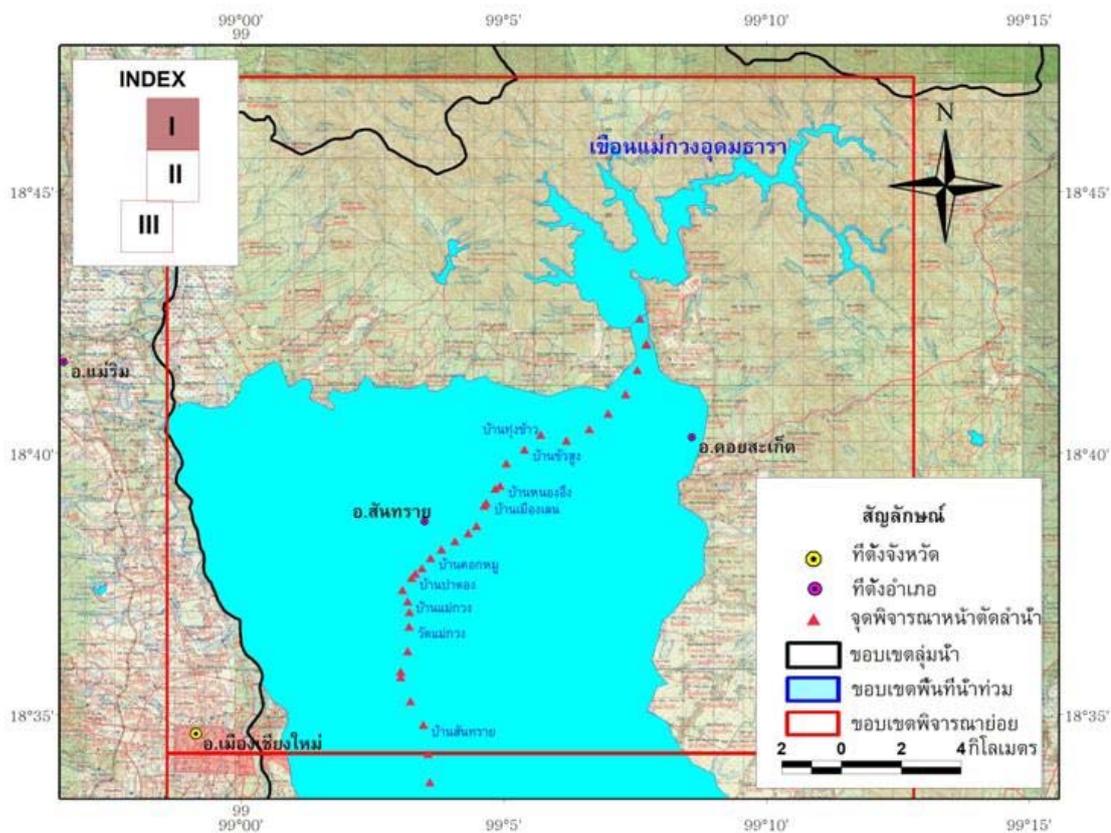
ภาพผนวกที่ ๒๒๔ แสดงระดับน้ำสูงสุดทางด้านท้ายน้ำจากผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแม่วงอุดมธาราในลักษณะของการเริ่มพังจากกการเกิดรูรั่วในตัวเขื่อน (Piping) ในกลุ่มย่อยที่ 2.2. กลุ่มที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) กรณีศึกษาที่ 2.2.3.

ภาคผนวก จ

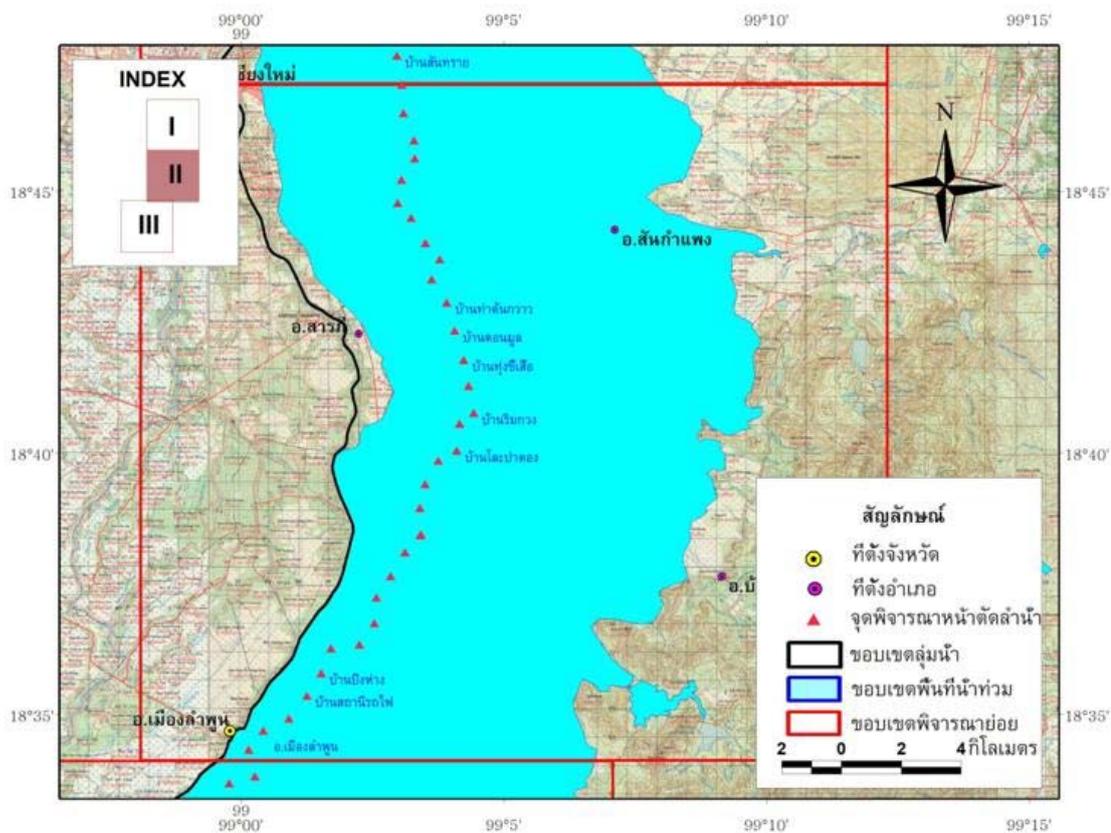
ภาพแผนที่น้ำท่วม



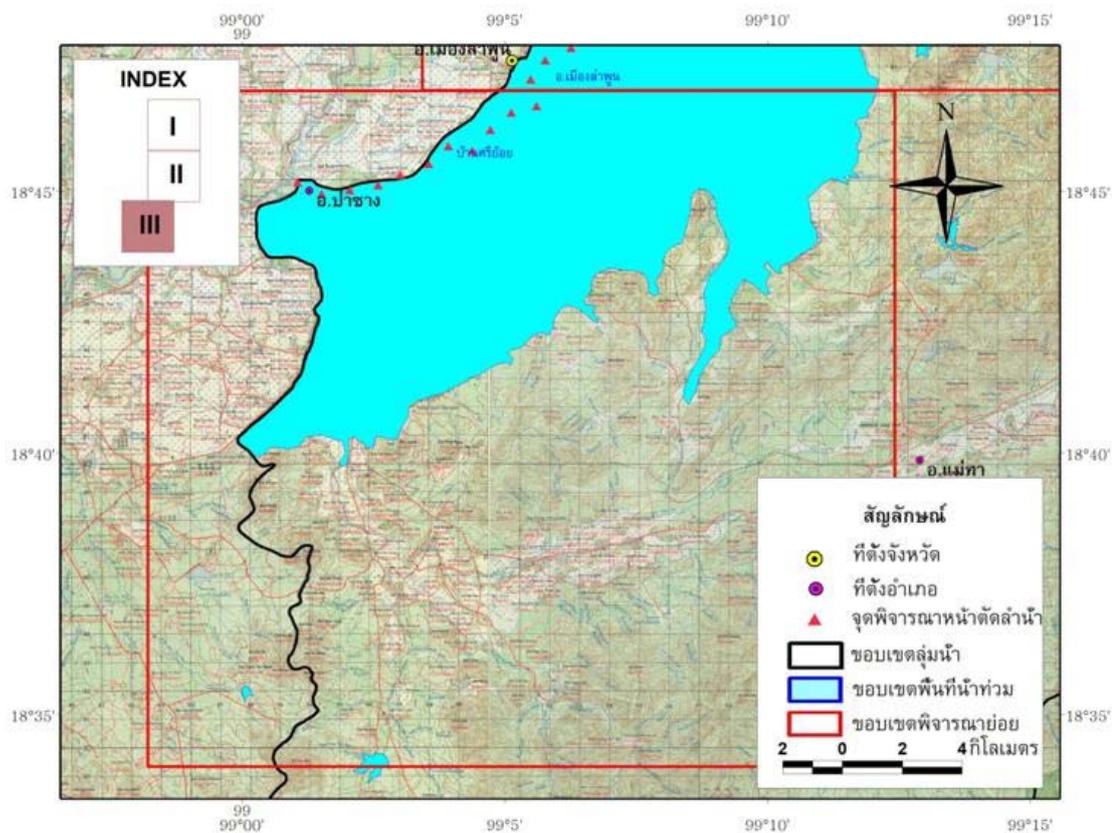
ภาพผนวกที่ ๑1 แผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่



ภาพผนวกที่ ๑๒ ภาพขยายแผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนที่ 1



ภาพผนวกที่ ๓3 ภาพขยายแผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนที่ 2



ภาพผนวกที่ ๓4 ภาพขยายแผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวง, จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนที่ 3

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายเรืองวิทย์ วานิชพงษ์พันธุ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 8 พฤศจิกายน 2523
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-