โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 17/2552

เรื่อง

การจำลองสภาวะที่เกิดจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลม

Dambreak Simulation of KewLom Dam

โดย

นางสาวธัญพิชชา สระทองห้อย

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2552

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เรื่อง การจำลองสภาวะที่เกิดจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลม

นามผู้จัดทำโครงงาน นางสาวธัญพิชชา สระทองห้อย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ ……………………........................

(อาจารย์วิบุวัฒก์ แต้สมบัติ)

............/ ………...…./ …………

หัวหน้าภาควิชา ………………….............

(รศ.สันติ ทองพำนัก)

............/ ……..…./ ………

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การจำลองสภาวะที่เกิดจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลม

โดย : นางสาวธัญพิชชา สระทองห้อย

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ....

(อาจารย์วิษุวัฒก์ แต้สมบัติ)

........./...................../...........

เขื่อนกิ่วลมเป็นเขื่อนคอนกรีตขนาดใหญ่เก็บกักน้ำได้ 112 ล้านลูกบาศก์เมตร มีระดับสันเขื่อนอยู่ที่ +355.50 ม.รทก. และส่งน้ำให้พื้นที่การเกษตร 111,600 ไร่ สภาพโดยทั่วไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งมักประสบปัญหาน้ำท่วมอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูแล้งจะประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเป็นประจำทุกปีซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษากรณีสมมติการพิบัติของเขื่อนกิ่วลมเพื่อคาดการณ์สถานการณ์น้ำท่วมสำหรับจัดทำแผนป้องกันภัยฉุกเฉินสำหรับชุมชนโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ MIKE11 ซึ่งพัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ซึ่งเป็นแบบจำลองการไหลสำหรับการไหลไม□คงที่ในหนึ่งมิติเพื่อวิเคราะห์ปริมาณการไหล ระดับน้ำ และเวลาการเดินทางของน้ำของการพิบัติกรณีแบบน้ำล้นไหลข้ามสันเขื่อนและศึกษาการเคลื่อนตัวของน้ำด้านท้ายน้ำ

การศึกษาการพังทลายของเขื่อนกำหนดให้เป็นการพังทลายแบบค่อยเป็นค่อยไปโดยศึกษาในกรณีที่เกิดการพิบัติอันเนื่องมาจากน้ำล้นข้ามสันเขื่อน ซึ่งกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ความลาดชันด้านข้าง Side Slope (SS) ค่าดัชนีการกัดเซาะ Side Erosion Index (x) และขนาดรอยแตกเริ่มต้น Initial Breach Width (B) และรูปแบบของรอยแตกเป็นแบบสี่เหลี่ยมคางหมู ผลการศึกษาพบว่าเวลาที่ทำให้เกิดการไหลสูงสุดเนื่องจากการพิบัติของเขื่อนคือ 3 ชั่วโมง 15 นาที และเกิดอัตราการไหลสูงสุดเท่ากับ 2,750 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ทำให้สามารถกำหนดแผนป้องกันภัยฉุกเฉินจากเวลาในการเคลื่อนที่ของน้ำไปด้านท้ายน้ำซึ่งเกิดจากการพิบัติของเขื่อนได้

ABSTRACT

Title : Dambreak Simulation of KewLom Dam

By : Miss Tanpitcha srathonghoy

Project Advisor ……………………………

(Mr.Wisuwat Taesombat)

………/…………………/………

KewLom Dam is the large concrete dam that contains about 112 million cubic metres of water, and crest of dam at +355.50 m msl. It has to deliver the irrigated water to the agricultural area around 111,600 Rai (around 4,464 square kilometres). The agricultural areas always encounter with flooding problem. However in dry season, the lack of water wound be occur every year that causes a lot of damage. In this study, the Dambreak simulation of Kewlom dam was carried out in order to establish the evacuation plan to prevent in case of emergency for the risky agricultural areas. The MIKE11 Hydrodynamic Model developed by Danish Hydraulic Institute (DHI) which is the model of unsteady flow condition in one dimensional flow direction was selected in order to analyst the discharge, water level, and lag time of downstream flood water movement affected by Dambreak simulation of Kewlom dam.

The failures of dam structure were determined in case of gradual destruction. The specific parameters of dambreak were considered namely; Side Slope (SS), Side Erosion Index (x), Initial Breach Width (B). The selected type of dambreak is the overtopping; the final breach's shape would be specific in trapezoid shape. The results found that time to peak of discharge is 3 hour 15 min after dambreak and maximum discharge is 2,750 cms which flow through cracking. The flood evacuation plans were prepared by the movement time of flood water between dam site and downstream parts.

คำนิยม

โครงงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วิษุวัฒก์ แต้สมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิศวกรรมชลประทาน รองศาสตราจารย์สันติ ทองพำนัก คณะกรรมการสอบโครงงาน ซึ่งได้ให้คำปรึกษาข้อชี้แนะแนวคิดที่เกิดประโยชน์และความช่วยเหลือด้านต่างๆ อีกทั้งยังตรวจสอบแก้ไขโครงงานวิศวกรรมชลประทานให้มีความถูกต้องจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ นายทวีศักดิ์ ปุริปุณะ หัวหน้าฝ่ายวิศวกรผู้ดูแลโครงการเขื่อนกิ่วลม-กิ่วคอหมา และ นายมานพ สุวรรณบุตร นายช่างชลประทานชำนาญงาน ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำวัง และแบบหน้าตัดของลุ่มน้ำวัง ซึ่งใช้ประกอบในการทำโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ขอขอบคุณนายถาวร พาพรหม บรรณารักษ์หัวหน้าวิทยบริการ ห้องสมุดกรมชลประทาน ที่ให้ความช่วยเหลือในการสืบค้นข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบคุณนายสุรพล เจริญชีพ (ลุงตุ๋ย)และเพื่อนนิสิตชลประทานรุ่น 62 ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือจนโครงงานสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดารวมทั้งพี่น้องและเพื่อนๆทุกคนที่ให้เวลาในการให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจในการจัดทำโครงงานนี้จนทำโครงงานนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน คณาจารย์และบุคลากรทุกท่านที่ให้คำปรึกษาตลอดการทำโครงงานนี้ ทำให้เกิดความสมบูรณ์ของโครงงานวิศวกรรมชลประทานในเล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงมาด้วยดีโดยตลอด

ธัญพิชชา สระทองห้อย

พฤษภาคม 2553

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
คำนิยม	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญภาพผนวก	ฌ
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1. ที่มาของโครงงาน	1
2. วัตถุประสงค์	1
3. ขอบเขตการศึกษา	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
1. ลักษณะทั่วไปของเขื่อนกิ่วลม	3
2. สภาพทั่วไปและขอบเขตของลุ่มน้ำวัง	6
3. ลักษณะทั่วไปของแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	7
4. แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module)	14
5. ลักษณะการพังทลายของเขื่อน	15
6. การพิบัติของเขื่อนที่พิจารณา	22
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	
1. อุปกรณ์	25
2. วิธีการ	26
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
1. การศึกษาการพังทลายของเขื่อน	40
2. การศึกษาการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำ	42
3. การจัดทำแผนป้องกันอุทกภัย	44

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	
1. สรุปผลการศึกษา	45
2. ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก ก รูปเขื่อนกิ่วลม	49
ภาคผนวก ข ข้อมูลโครงสร้างเขื่อน	51

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	แสดงเขื่อนกิ่วลม	4
ภาพที่ 2	โครงสร้างของแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11	8
ภาพที่ 3	ลำน้ำและตำแหน่งที่คำนวณอัตราการไหล และระดับน้ำ	10
ภาพที่ 4	แสดงลักษณะการไหลของน้ำข้ามสันเขื่อนและรอยแยก	15
ภาพที่ 5	แสดงพารามิเตอร์ □ ของรอยแยก	16
ภาพที่ 6	ตัวอย่างแสดงรูปตัดการพังที่กำหนดเวลาที่ 0 และ 1 ชั่วโมง	16
ภาพที่ 7	การกำหนดตำแหน่งของการเกิด Piping	18
ภาพที่ 8	แสดงสัดส่วนของการพังจากการเกิด Piping	19
ภาพที่ 9	รูปร่างหน้าตัดการพังภายหลังที่เกิดการพังทลายของเขื่อน	19
ภาพที่ 10	หน้าตัดการพังภายหลังที่เกิดการพังทลายของเขื่อน	21
ภาพที่ 11	แสดงการพิบัติจากการกัดเซาะ	22
ภาพที่ 12	แสดงการกัดเซาะ	23
ภาพที่ 13	แสดงการรั่วซึมของฐานรากและตัวเขื่อน	23
ภาพที่ 14	แสดงการสร้างไฟล์รูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section	26
ภาพที่ 15	แสดงหน้าต่างไฟล์รูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section	27
ภาพที่ 16	แสดงหน้าต่าง สำหรับแทรกรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section	27
ภาพที่ 17	แสดงหน้าต่าง สำหรับการป้อนค่ารูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section	28
ภาพที่ 18	แสดงหน้าต่าง สำหรับการป้อนค่ารูปร่างรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section	28
ภาพที่ 19	แสดงหน้าต่างแสดงรูปร่างลักษณะรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section	29
ภาพที่ 20	แสดงการป้อนข้อมูลพิกัดรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section	30
ภาพที่ 21	แสดงการExport ข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section	30
ภาพที่ 22	แสดงการสร้างไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network	31
ภาพที่ 23	แสดงการกำหนด แสดงพิกัดของโครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network	32
ภาพที่ 24	แสดงการนำเข้าข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ ลงในไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ	32
ภาพที่ 25	แสดงตำแหน่งรูปตัดขวางลำน้ำ ในไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ	33
ภาพที่ 26	แสดงการเชื่อมต่อลำน้ำ ในไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network	34
ภาพที่ 27	แสดงสถานีตรวจวัดน้ำฝนน้ำท่าในลุ่มน้ำวัง	35
ภาพที่ 28	แสดงปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของ	40

สารบัญภาพ(ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 29	แสดงระดับน้ำเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรูปตัดขวางลำน้ำ	41
ภาพที่ 30	แสดงระดับน้ำในรูปตัดตามยาวของแม่น้ำวัง	42
ภาพที่ 31	แสดงระดับน้ำในรูปตัดตามยาวของแม่น้ำแม่วัง	43
ภาพที่ 32	แสดงระดับน้ำในรูปตัดตามยาวของแม่น้ำแม่วัง	43
ภาพที่ 33	แสดงกราฟปริมาณการไหลที่เวลาต่างๆที่ไหลผ่านแม่น้ำวัง	44

สารบัญภาพผนวก

หน้า

ภาคผนวก ก. 49

ภาพผนวกที่ 1 แสดงขอบเขตการปกครองและลำน้ำที่สำคัญของจังหวัดลำปาง 50

ภาพผนวกที่ 2 อาคารระบายน้ำล้นแบบ Radial Gate 51

ภาพผนวกที่ 3 ระดับน้ำท้ายเขื่อน 52

ภาพผนวกที่ 4 ระดับน้ำเหนือเขื่อนกิ่วลม 53

ภาคผนวก ข. 54

ภาพผนวกที่ 5 GENERAL LAYOUT

ภาพผนวกที่ 6 CANAL OUTLET STRUCTURE PLAN AND SECTION

ภาพผนวกที่ 7 RIVER OUTLET AND POWERHOUSE REINFORCEMENT TO EL.266.0

ภาพผนวกที่ 8 FOUNDATION GALLERY AND ADITS REINFORCEMENT

ภาพผนวกที่ 9 SPILLWAY CHUTE AND INTERMEDIATE PIERS REINFORCEMENT

ภาพผนวกที่ 10 RADIAL GATE HOIST HOIST FRAME

ภาพผนวกที่ 11 CONTRACTION JOINT DETAILS AND LIFE ARRANGEMENT

ภาพผนวกที่ 12 SPILLWAY LAYOUT FOR HYDRAULIC MODEL STUDY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำน้ำของทางน้ำเปิด 12
ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning’s n สำหรับการไหลในแม่น้ำสายต่างๆ 34
ตารางที่ 3 มูลข้อขนาดของตัวเขื่อนและคุณสมบัติของวัสดุแกนเขื่อนกิ่วลมที่ใช้ใน
จำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module) 37
ตารางที่ 4 พารามิเตอร์สำหรับการพังทลายของเขื่อน 37
ตารางที่ 5 แผนการเตือนภัยจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลม 46

บทที่ 1
บทนำ

1. ที่มาของโครงงาน

เขื่อนกิ่วลมเป็นเขื่อนคอนกรีตขนาดใหญ่ สร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กแบบ Gravity Dam เก็บกักน้ำได้ 112 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยปีละ 578 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งในเขื่อนกิ่วลมจะมีพื้นที่รับน้ำเฉลี่ย 1,425 ตร.กม. โดยปริมาณน้ำจะถูกใช้เพื่อการเกษตร การอุตสาหกรรม การอุปโภค-บริโภค การท่องเที่ยว ฯลฯ เขื่อนกิ่วลม เป็นเขื่อนเอนกประสงค์เพื่อการชลประทาน สร้างกั้นแม่น้ำวัง ที่ตำบลบ้านแลง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ก่อสร้างเมื่อ พ.ศ.2511 ตัวเขื่อนสร้างเสร็จเมื่อ พ.ศ.2515 งานระบบส่งน้ำเสร็จพ.ศ. 2524 เป็นเขื่อนที่อยู่ในความดูแลของกรมชลประทาน

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยของเราเกิดปัญหาภาวะน้ำท่วมบ่อยครั้งซึ่งสาเหตุของปัญหาน้ำท่วมหรือปัญหาทางด้านอุทกภัยดังกล่าวล้วนทำให้เกิดผลกระทบต่างๆมากมายเช่นเกิดความเสียหายกับบ้านเรือนในพื้นที่ริมแม่น้ำหรือที่ที่มีชุมชนตั้งอยู่ และบริเวณพื้นที่เพราะปลูกหรือเขตเกษตรกรรม ซึ่งสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาทางด้านอุทกภัยคือการพิบัติของเขื่อน จากการศึกษาเรื่องของการพิบัติดังกล่าวทำให้ทราบว่าหากเขื่อนเกิดการพิบัติจะเกิดความเสียหายที่รุนแรงเป็นอย่างมาก การวิเคราะห์ปัญหาและหาทางป้องกันการเกิดความเสียหายจึงจำเป็นที่จะต้องมีการจำลองสภาวะการเกิดการพิบัติของเขื่อนขึ้นเพื่อจัดทำแผนป้องกันการเกิดภัยพิบัติและเป็นการลดความเสียหายแก่พื้นที่ใกล้เคียง

2. วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของน้ำ การเคลื่อนตัวของน้ำหลาก ซึ่งจะนำไปสู่การพิบัติเขื่อน ลักษณะการพิบัติของเขื่อน
3. เพื่อจำลองสถานการณ์การเกิดการพิบัติของเขื่อนและนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย ที่จะเกิดขึ้นจากการพิบัติของเขื่อนและหาวิธีป้องการเกิดการพิบัติ

3. ขอบเขตการศึกษา

1. รวบรวมและทบทวนผลการศึกษา สภาพทั่วไป และรายละเอียดในด้านแหล่งน้ำ และส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การวิจัยลุ่มน้ำวัง
2. ศึกษาและ วิเคราะห์สาเหตุ ที่ทำให้เกิดการพังทลายของเขื่อนกิ่วลม โดยพิจารณา เฉพาะในส่วนของตัวเขื่อนหลักที่เป็นคอนกรีตเสริม เหล็กแบบ Gravity Dam ใน ทุกกรณี ที่มีความเป็นไปได้
3. ประเมินกราฟน้ำท่วม (Flood Hydrograph) ที่ไหลผ่านรอยแยกจากการพังทลาย ของเขื่อนกิ่วลม โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module) ซึ่งเป็นแบบจำลองย่อยในแบบจำลอง คณิตศาสตร์ MIKE 11 โดยมีข้อ สมมติดังต่อไปนี้
   - 3.1. คุณสมบัติ ของวัสดุที่ใช้เป็นตัวแทนของเขื่อนสมมติเป็นชนิดเดียวกันกับ คุณสมบัติ ของวัสดุที่ใช้เป็นแกนเขื่อน (Core Zone)
   - 3.2. การเกิดรอยแยกของเขื่อนเนื่องมากจากการกัดเซาะจากการไหลของน้ำ ผ่านรอยแยก
   - 3.3. การลดลงของ ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำที่ไหล ออกผ่านรอยแยกที่เกิดขึ้นเท่านั้น
4. วิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกราฟน้ำท่วมที่ไหลผ่านรอยแยกจากการพังทลายของ เขื่อนกิ่วลม โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD Module) ซึ่ง เป็นแบบจำลองย่อยในแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของเขื่อนกิ่วลม

กรมชลประทานได้เริ่มงานพัฒนาแหล่งน้ำในเขตลุ่มน้ำวังมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2478 โดยการก่อสร้างฝายหลวง ปิดกั้นแม่น้ำวังในเขตตำบลบ้านแลง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ก่อสร้างแล้วเสร็จ ในปี พ.ศ.2492 ในปี พ.ศ.2510 กรมชลประทานได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษา Engineering Consultants Inc. (ECI) ทำการศึกษาจัดทำแผนแม่บท (Master Plan) ของลุ่มน้ำวัง จากผลการศึกษาแผนหลักที่กรมชลประทานดำเนินการได้เสนอแนะไว้ว่า ควรก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำปิดกั้นแม่น้ำวัง รวม 2 แห่ง คือ เขื่อนกิ่วคอหมา อำเภอแจ้ห่ม และเขื่อนกิ่วลม ในเขตอำเภอเมืองลำปางซึ่งเขื่อนกิ่วลม ได้ดำเนินการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ.2515 เนื่องจากข้อจำกัดทางสภาพภูมิประเทศ รวมทั้งปัญหาเรื่องผลกระทบต่อพื้นที่การทำกินของราษฎรเขื่อนกิ่วลมจึงสามารถเก็บกักน้ำได้เพียง 112 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือประมาณร้อยละ 18 ของปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยทั้งปี ทำให้มีน้ำไหลล้นอ่างเป็นปริมาณมากในช่วงฤดูฝนของทุกปี ด้วยสาเหตุดังกล่าว จึงจำเป็นจะต้องหาแหล่งเก็บกักน้ำแห่งใหม่ เพื่อสนองความต้องการใช้น้ำด้านต่าง ๆ ในเขตจังหวัดลำปางที่กำลังทวีขึ้น กรมชลประทานจึงได้พิจารณาศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการพัฒนาโครงการกิ่วคอหมา ซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำที่อยู่ตอนบนของเขื่อนกิ่วลมโดยดำเนินการเสร็จเมื่อ พ.ศ.2541 คณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน 2546 อนุมัติให้เริ่มดำเนินการก่อสร้างโครงการกิ่วคอหมา มีแผนการดำเนินงานปี พ.ศ.2548 - 2553 วงเงินงบประมาณทั้งสิ้น 3,670.65 ล้านบาท โดยในปี พ.ศ.2547 ให้เริ่มดำเนินการเตรียมความพร้อมของโครงการฯ โดยภาพที่ 1 แสดงภาพถ่ายเขื่อนกิ่วลม

2.วัตถุประสงค์ของการสร้างเขื่อน

1. เพื่อเป็นแหล่งน้ำต้นทุนสำหรับพื้นที่เพาะปลูกของโครงการชลประทานแม่วังและโครงการชลประทานกิ่วลมเดิม
2. เพื่อเป็นแหล่งน้ำสำหรับอุปโภค-บริโภคในเขตอำเภอแจ้ห่ม อำเภอเกาะคา และอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง รวมทั้งพื้นที่ใกล้เคียง
3. เพื่อเป็นแหล่งน้ำสำหรับการอุตสาหกรรมทั้งในปัจจุบันและอนาคตในเขตพื้นที่ใกล้เคียงที่สามารถนำน้ำจากโครงการไปใช้ประโยชน์ได้

4. พื่อเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และขยายพันธุ์สัตว์น้ำสำหรับการประมงน้ำจืด เป็นการเพิ่มแหล่งอาหารโปรตีนสำคัญแก่ราษฎรในบริเวณใกล้เคียง
5. เพื่อช่วยลดอุทกภัยบริเวณพื้นที่ด้านท้ายเขื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง
6. เพื่อสำรองปริมาณน้ำไว้ใช้ในกิจกรรมของโรงไฟฟ้าแม่เมาะบางส่วน
7. เพื่อเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ และเป็นแหล่งท่องเที่ยวแห่งใหม่ของจังหวัดลำปางในอนาคต

ภาพที่ 1 แสดงเขื่อนกิ่วลม

1.2 ลักษณะโครงการ

- อ่างเก็บน้ำ

- พื้นที่รับน้ำฝน	1,275	ตร.กม.
- ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ทั้งปี	265	ล้าน ลบ.ม.
- ระดับสันเขื่อน	+ 355.50	ม.รทก.
- ระดับน้ำสูงสุด	+ 352.90	ม.รทก.
- ระดับน้ำเก็บกัก	+ 350.20	ม.รทก.
- ระดับน้ำต่ำสุด	+ 325.00	ม.รทก.
- ความจุที่ระดับน้ำเก็บกัก	+ 170.00	ล้าน ลบ.ม.
- ความจุที่ระดับน้ำต่ำสุด	+ 6.20	ล้าน ลบ.ม.
- ปริมาณน้ำใช้งาน	+ 163.80	ล้าน ลบ.ม.
- พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด	9,600 ไร่	

- พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำเก็บกัก 7,925 ไร่
- พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำต่ำสุด 1,065 ไร่

เขื่อนหลัก (Main Dam)

- เป็นเขื่อนดินประเภทแบ่งส่วน (Zoned Type Dam)
- ความกว้างของสันเขื่อน 8.00 เมตร
- ความยาวของสันเขื่อนประมาณ 500 เมตร
- ความสูงสุดของเขื่อน 43.50 เมตร

เขื่อนปิดช่องเขาต่ำ (Saddle Dam)

- เป็นเขื่อนดินประเภทเนื้อเดียว (Homegeneous Dam)
- ความกว้างของสันเขื่อน 6.00 เมตร
- ความยาวของสันเขื่อนประมาณ 300 เมตร
- ความสูงสุดของเขื่อน 15.50 เมตร

อาคารระบายน้ำล้น (Service Spillway)

- เป็นแบบติดตั้งประตูบนสันฝายชนิดบานโค้ง (Radial Gate Spillway) จำนวน 3 บาน ขนาดบานระบาย 12.50 x 7.00 เมตร
- ระบายน้ำได้สูงสุดประมาณ 1,209 ลบ.ม./วินาที

อาคารท่อระบายน้ำและท่อส่งน้ำ

- เป็นท่อเหล็กเหนียวหุ้มคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ขนาดท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.50 เมตร
- ความยาวประมาณ 205.00 เมตร
- ระบายน้ำได้สูงสุดประมาณ 47.50 ลบ.ม./วินาที

1.3 อาคารประกอบและระบบชลประทาน

อาคารระบายน้ำล้น (Spillway) เป็นแบบติดตั้งประตูบนสันฝายชนิดบานโค้ง (Radial Gate Spillway) จำนวน 3 บาน ขนาดบานระบาย 12.50 x 7.0 เมตร สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 1,209 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

อาคารท่อระบายน้ำและท่อส่งน้ำ (River Outlet) เป็นท่อเหล็กเหนียวหุ้มคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดท่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.50 เมตร ความยาวประมาณ 205 เมตร สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 47.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

2. สภาพทั่วไปและขอบเขตของลุ่มน้ำวัง

ลุ่มน้ำวัง เป็นลุ่มน้ำในลำดับที่ 7 จากจำนวนลุ่มน้ำทั้งหมด 25 ลุ่มน้ำของประเทศมีพื้นที่ประมาณ 10,791 ตารางกิโลเมตร หรือ 6,746,250 ไร่ เป็นแควที่มีขนาดเล็ก และสั้นที่สุดของแม่น้ำเจ้าพระยา มีความยาวตามลำน้ำประมาณ 460 กิโลเมตร เกิดจากเทือกเขาผีปันน้ำ บริเวณดอยหลวง บ้านป่าหุ่ง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ลุ่มน้ำตอนบน มีเทือกเขาผีปันน้ำล้อมรอบ สภาพเป็นเนินเขามีพื้นที่ราบน้อย ตอนกลางของลุ่มน้ำเป็นที่ราบสลับเนินเขาในเขตตัวเมืองจังหวัดลำปาง ส่วนตอนล่างเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบและไหลไปบรรจบกับแม่น้ำปิง ตอนท้ายเขื่อนภูมิพล ประมาณ 30 กิโลเมตร ที่บ้านปากวัง ตำบลตากออก อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ลุ่มน้ำวังมีพื้นที่ครอบคลุม 2 จังหวัด คือจังหวัดลำปาง (ยกเว้น อ.งาว และ ต.แม่มอก ต.เวียงมอก อ.เถิน) และจังหวัดตาก (อำเภอสามเงา และ อำเภอบ้านตาก) มีประชากร รวม 767,816 คน (จากข้อมูล จปฐ.ปี 2546) มี พื้นที่เพื่อการเกษตร 1.177 ล้านไร่ หรือประมาณ ร้อยละ 17.5 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ประชากรมีรายได้เฉลี่ย 22,625 บาท/คน/ปี ภูมิอากาศมีอากาศร้อนอบอ้าวเกือบตลอดปี ฤดูร้อน ร้อนจัด และหนาวจัดในฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 41.6 องศาเซลเซียส เฉลี่ยต่ำสุด 10.5 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 1,105.0 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 1,582.24 ล้าน ลบ.ม./ปี โดยมีร้อยละ 82.84 เป็นปริมาณน้ำท่าในฤดูฝน และในฤดูแล้ง ร้อยละ 17.16 ความต้องการน้ำจากทุกภาคส่วนในปี 2547 มีปริมาณ 973.50 ล้าน ลบ.ม.และประมาณการ ในปี 2567จะมีความต้องการน้ำจากทุกภาคส่วนมากถึง 1,149.07 ล้านลบ.ม.

2.1 ลุ่มน้ำสาขา

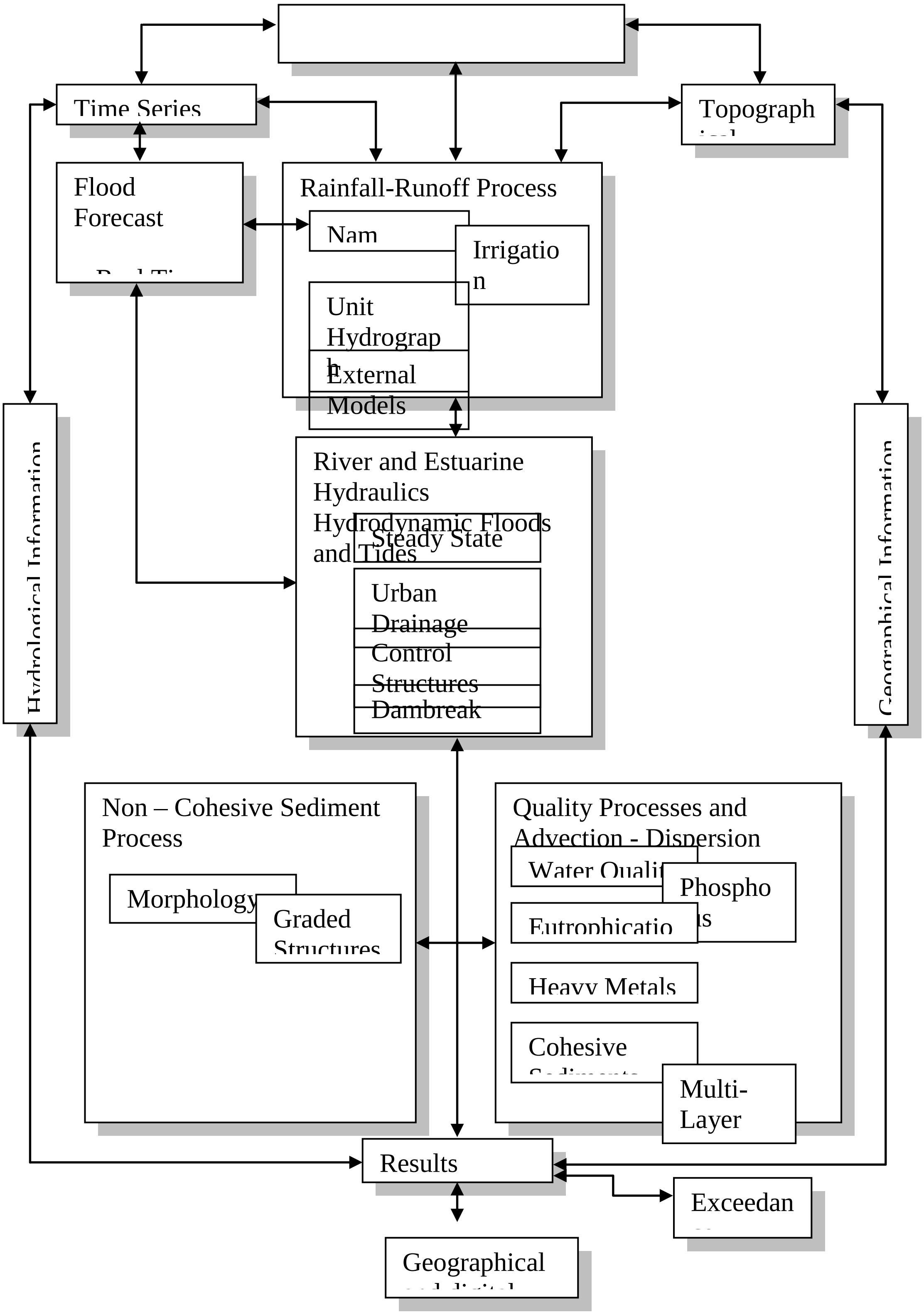
ลุ่มน้ำวังมีลุ่มน้ำสาขาแบ่งออกเป็น 7 ลุ่มน้ำสาขา ดังนี้

1. <u>ลุ่มน้ำแม่น้ำวังตอนบน</u> พื้นที่ประมาณ 1,687 ตารางกิโลเมตร มีแหล่งต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาผีปันน้ำ บริเวณดอยหลวง บ้านป่าหุ่ง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย
2. <u>ลุ่มน้ำแม่สอย</u> พื้นที่ประมาณ 743 ตารางกิโลเมตร มีแหล่งต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ แนวเขตแดนจังหวัดลำปางกับเชียงใหม่
3. <u>ลุ่มน้ำแม่ตุ๋ย</u> พื้นที่ประมาณ 801 ตารางกิโลเมตร มีแหล่งต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาในเขตอำเภอเมืองปาน ครอบคลุมพื้นที่ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองปาน อำเภอห้างฉัตร และอำเภอเมืองลำปาง

4. <u>ลุ่มน้ำแม่น้ำวังตอนกลาง</u> พื้นที่ประมาณ 2,132 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่อำเภอห้างฉัตร อำเภอเมือง อำเภอเกาะคา และอำเภอแม่ทะ
5. <u>ลุ่มน้ำแม่จาง</u> พื้นที่ประมาณ 1,599 ตารางกิโลเมตร เป็นลุ่มน้ำขนาดกลางเป็นสาขาสำคัญสายหนึ่งของแม่น้ำวัง มีต้นกำเนิดมาจากสันแนวดอยหลวง กับดอยผาแดง
6. <u>ลุ่มน้ำแม่ต๋ำ</u> พื้นที่ประมาณ 738 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเสริมงาม มีแหล่งต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาเขตอำเภอเสริมงาม
7. <u>ลุ่มน้ำแม่น้ำวังตอนล่าง</u> พื้นที่ 3,091 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเกาะคา อำเภอแม่ทะ อำเภอสบปราบ อำเภอเถิน อำเภอแม่พริก และพื้นที่ในเขตอำเภอสามเงา อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

3. ลักษณะทั่วไปของแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ซึ่งแบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นจากสถาบันวิจัยทางด้านแหล่งน้ำของประเทศเดนมาร์ค (Danish Hydraulic Institute: DHI) ในปี ค.ศ. 1972 เพื่อใช้จำลองสภาพการไหลของน้ำ การเคลื่อนตัวของตะกอน การศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำ และระบบชลประทาน แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ได้รับการพัฒนาให้ง่ายต่อการใช้งาน เพื่อประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยโครงสร้างของแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 แสดงดังภาพที่ 2 แบบจำลองย่อยที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic (HD) Module)



ภาพที่ 2 โครงสร้างของแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

ที่มา: ภูวดล (2544)

3.1 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model)

แบบจำลองนี้ใช้วิธี Implicit finite difference ในการคำนวณสภาพการไหลแบบไม่คงที่ (Unsteady Flow) ในลำน้ำและบริเวณปากแม่น้ำ โดยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์สามารถอธิบายสภาพการไหลได้ทั้งการไหลแบบต่ำกว่าวิกฤต (Subcritical Flow) และการไหลแบบเหนือวิกฤต (Supercritical Flow) ตลอดจนสามารถคำนวณการไหลในระบบลำน้ำที่มีการไหลเข้าด้านข้าง และแสดงผลการคำนวณเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time) และสถานที่ (Space)

3.1.1 สมการพื้นฐาน

สมการพื้นฐานของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ในแบบจำลอง MIKE 11 คือสมการ Saint Venant ซึ่งเป็นสมการที่อธิบายสภาพการไหลในลำน้ำแบบมิติเดียว (One Dimention) โดยมีสมมุติฐานเบื้องต้น คือ

น้ำเป็นของเหลวที่ไม่สามารถอัดได้ (Incompressible) และความหนาแน่นคงที่ตลอดการไหล
ความลาดชันท้องลำน้ำมีค่าน้อย (Mild Slope)
การไหลเป็นแบบมิติเดียว (One Dimension) ความลึกและความเร็วเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของลำน้ำ
สภาพการไหลเป็นแบบต่ำกว่าวิกฤต (Subcritical Flow)

รูปแบบสมการ Saint Venant จะประกอบไปด้วยสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนต์ตัม (Continuity and Momentum Equations) แบบมิติเดียว (One Dimension) ซึ่งรูปสมการแสดงได้ดังนี้

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \qquad (2)$$

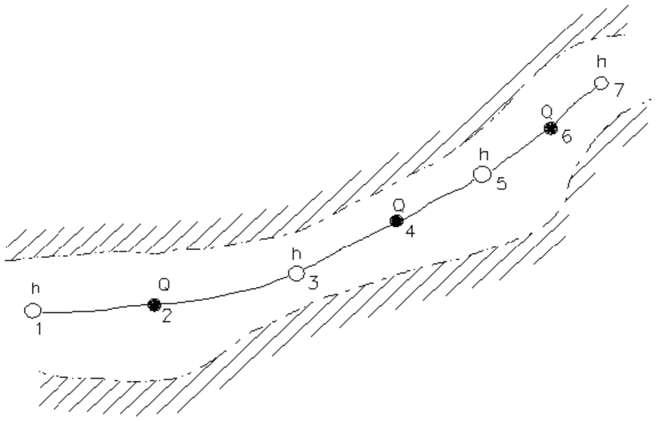
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha \frac{Q^2}{A}\right) + gA\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \qquad (3)$$

เมื่อ	Q	=	อัตราการไหล (m^3/s)
	A	=	พื้นที่หน้าตัด (m^2)
	q	=	อัตราการไหลเข้าด้านข้าง ($m^3/s/m$)
	h	=	ระดับน้ำเหนือระดับอ้างอิง (m)

C	=	Chezy Coefficient (m)
R	=	รัศมีชลศาสตร์ (m)
α	=	สัมประสิทธิ์โมเมนตัม

3.1.2 วิธีการคำนวณหาคำตอบ

การหาคำตอบจากสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนต์ตัม อาศัยวิธีการ Implicit finite difference ที่พัฒนาโดย Abbott และ lonescu ทั้งนี้ค่าอัตราการไหล (Q) และระดับน้ำ (h) จะคำนวณที่ตำแหน่งสลับกันดังแสดงในภาพที่ 3 ตำแหน่งเหล่านี้จะกำหนดขึ้นโดยอัตโนมัติในแบบจำลองตามความต้องการของผู้ใช้ ตำแหน่งที่คำนวณค่าระดับน้ำจะอยู่ที่จุดที่กำหนดหน้าตัด ส่วนตำแหน่งที่คำนวณอัตราการไหลจะอยู่กึ่งกลางระหว่างตำแหน่งที่คำนวณระดับน้ำและที่ตำแหน่งอาคารชลศาสตร์ค่าอัตราการไหลจะมีค่าเป็นบวกเมื่อน้ำไหลไปในทิศทางท้ายน้ำ



ภาพที่ 3 ลำรางและตำแหน่งที่คำนวณอัตราการไหล และระดับน้ำ
ที่มา: นุชนารถ (2545)

3.1.3 ความต้านทานที่ท้องลำน้ำ

แบบจำลองนี้จะทำการวิเคราะห์ความต้านทานของการไหลเนื่องจากความเสียดทานที่ท้องน้ำ สามารถคำนวณได้จากสมการของ Chezy หรือ Manning สำหรับสมการ Chezy แสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 4

$$Q = AC\sqrt{RS} \quad (4)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล (m^3/s)

A = พื้นที่หน้าตัด (m^2)

R = รัศมีชลศาสตร์ (m)

C = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Chezy

สำหรับสมการ Manning แสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3}S^{1/2} = MAR^{2/3}S^{1/2} \quad (5)$$

เมื่อ n = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Manning

M = Manning number ซึ่งมีค่าสมมูลกับสัมประสิทธิ์ของ Strickler

ค่า M คือ ส่วนกลับของ Manning Coefficient n (M = 1/n) โดยค่า Manning’s n มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.01 จนถึง 0.10 ดังนั้นค่า M ที่สอดคล้องกันจะมีค่าตั้งแต่ 100 ถึง 10

สัมประสิทธิ์ของ Chezy และสัมประสิทธิ์ของ Manning ซึ่งแสดงความสัมพันธ์โดย Cunge et al. (1980) แสดงได้ดังสมการที่ 6

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

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล (C,n หรือ M) นั้นสามารถประเมินได้โดยการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) โดยปรับเทียบระหว่างลักษณะทางกายภาพที่ได้จากแบบจำลอง และลักษณะทางกายภาพของสภาพความเป็นจริงที่ได้จากข้อมูลภาคสนาม นอกจากนี้ยังสามารถประเมินค่า Manning’s n ได้จากการประมาณการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป ซึ่งแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำน้ำของทางน้ำเปิด

ชนิดทางน้ำเปิด	ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน Manning's n
Concrete	0.012
Gravel bottom with sides	
- Concrete	0.020
- mortared stone	0.023
- riprap	0.033
Natural stream channels	
Clean, straight stream	0.030
Clean, winding stream	0.040
Winding with weeds and pools	0.050
With heavy brush and timber	0.100
Flood Plain	
Pasture	0.035
Field crop	0.040
Light brush and weeds	0.050
Dense brush	0.070
Dense trees	0.100

ที่มา: ภูวดล (2544)

3.1.4 สภาพเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition)

เงื่อนไขขอบเขตที่ต้องกำหนดในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (HD Module) แบ่งออกเป็น 2 เงื่อนไขขอบเขต คือ

ขอบเขตด้านเหนือน้ำ (Upstream Boundary) สามารถกำหนดในแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูล

อัตราการไหลคงที่จากอ่างเก็บน้ำ
อัตราการไหลของกราฟน้ำท่าจากเหตุการณ์ต่าง ๆ

ขอบเขตด้านท้ายน้ำ (Downstream Boundary) สามารถกำหนดในแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูล

ระดับน้ำคงที่ เช่น ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่
ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เช่น ระดับขึ้นลงของน้ำทะเล
โค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับและอัตราการไหล (Rating Curve)

3.1.5 เงื่อนไขเสถียรภาพ (Stability Condition)

เสถียรภาพและความถูกต้องแม่นยำของวิธีการในการแก้สมการ Finite Difference ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขดังต่อไปนี้ คือ

Courant Condition (Cr) โดยทั่วไปค่าของ Cr จะอยู่ระหว่าง 10 ถึง 15

$$C_r = \frac{\Delta t(v+\sqrt{gy})}{\Delta x} \leq 10\text{-}15 \quad (7)$$

มื่อ	v	=	ความเร็วที่หน้าตัดการไหล (m/s)
	g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)
	y	=	ความลึก (m)
	t	=	ช่วงเวลา (s)
	x	=	ระยะทางระหว่างกริดที่คำนวณ (m)

2. Velocity Condition เงื่อนไขความเร็วจะเป็นตัวกำหนดค่า time step โดยสมการที่ 8 จะเป็นสมการที่กำหนดค่า time step ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดขวาง (Cross-section) อย่างรวดเร็ว

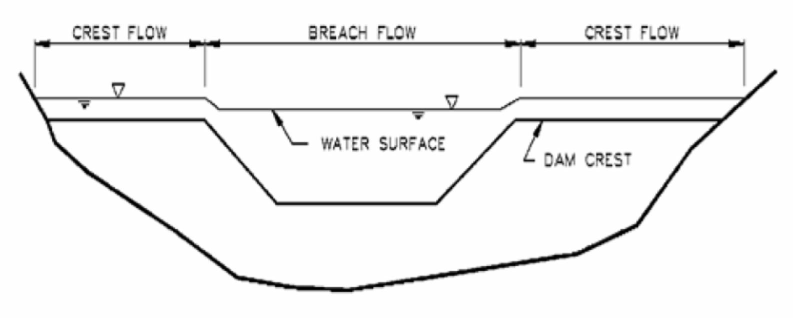
$$\frac{v\Delta t}{\Delta x} \leq 1\text{-}2 \quad (8)$$

4. แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module)

แบบจำลองย่อย DB ใช่□ในการวิเคราะห์การพังทลายของเขื่อน โดยที่ลักษณะของการไหล ของน้ำผ่านรอยแยกของเขื่อน กรณีสมมติการเกิดการพังของเขื่อน มีลักษณะคล้ายกับการไหลของ น้ำผ่านฝายสันกว้าง (Broad-Crested Weir) แต่□มีข้อแตกต่างกันอยู่□ 2 ประการ คือ

1. การไหลผ่านรอยแยกของเขื่อนนั้น ขนาดของเขื่อนมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เนื่องจากรอยแยกของเขื่อนมีการขยายขนาด ทำให้□ความยาวของสันเขื่อนจะมีขนาดลดลงผลที่ ตามมาคือ ไม่□สามารถคำนวณความสัมพันธ์□ระหว่างปริมาณการไหลและระดับน้ำบริเวณสันเขื่อน และบริเวณรอยแยกของการพังก่อนได้□

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลและระดับน้ำบริเวณสันเขื่อนและบริเวณรอยแยก ของการพังจะทำการคำนวณแยกออกจากกัน เนื่องจากขนาดหน้าตัดการไหลมีค่าไม่□เท่ากันดังแสดง ในภาพที่ 4



●
ภาพที่ 4 แสดงลักษณะการไหลของน้ำข้ามสันเขื่อนและรอยแยก
ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

5. ลักษณะการพังทลายของเขื่อน

จากลักษณะการพังทลายของเขื่อนที่เกิดการขยายตัวเนื่องจากการกัดเซาะของรอยแยก ที่เพิ่มขึ้น มีสาเหตุมาจากการพังที่เริ่มต้นได้□ 2 ลักษณะ คือ

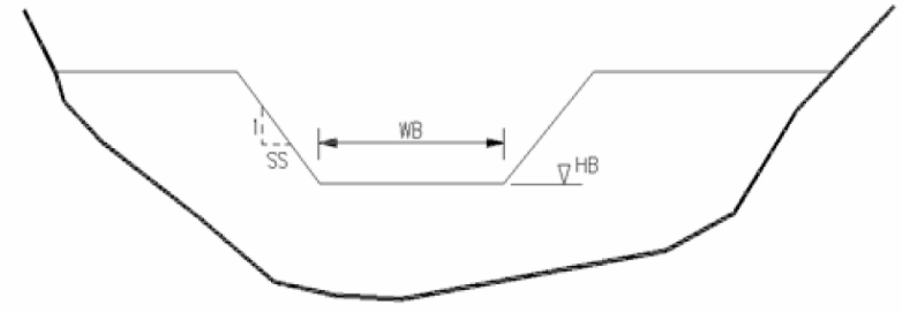
1.การพังเริ่มต้นที่เกิดขึ้นเกิดจากการไหลล้นของน้ำข้ามรอยแยก (Overtopping)

2.การพังเริ่มต้นที่เกิดจากการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อน (Piping) และเกิดการขยายตัวของหน้าตัดการพังไปสู สภาวะการพังแบบการไหลล้นของน้ำข้ามรอยแยก

5.1 การพังเริ่มต้นที่เกิดขึ้นจากการไหลล้นของน้ำข้ามรอยแตก (Overtopping)

ก. รูปร่างของการพังเริ่มต้น (Breach Geometry)

รูปร่างการพังเริ่มต้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งในขณะที่เกิดการพังรูปร่างของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีขนาดและรูปร่างเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นที่สามารถแทนได้ด้วยค่าพารามิเตอร์ 3 ค า คือ ระดับของท้องรอยแยกที่เพิ่มขึ้น (H_B) ความกว้างของท้องรอยแยกที่เกิดขึ้น (W_B) และความลาดชันด้านข้างของรอยแยกที่เกิดขึ้น (SS) (แนวราบ:แนวดิ่ง) โดยที่ความลาดชันทั้งสองข้างของรอยแยกมีค่าเท่ากัน ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งการขยายตัวของรอยแยกที่เกิดขึ้นสามารถหาได จากฟังก์ ชันหรือทำนายอัตราการพัดพาตะกอนไหลผ่านรอยแตก

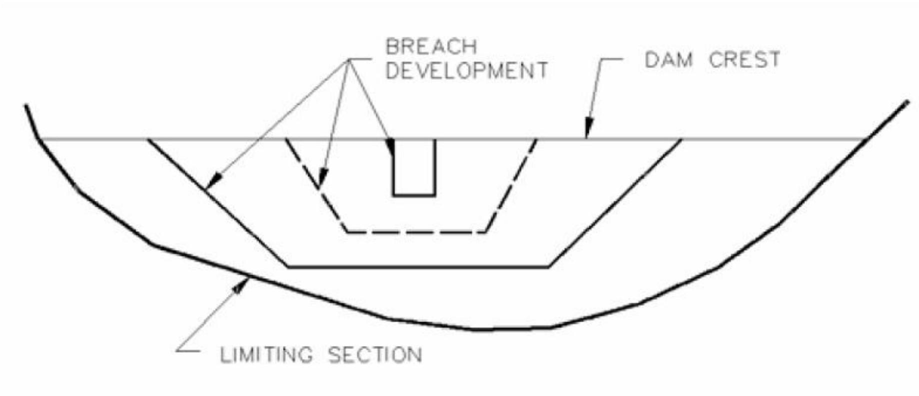


ภาพที่ 5 แสดงพารามิเตอร์ ของรอยแยก

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

ข. การขยายตัวของรอยแยก

ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของรอยแยกจะถูกกำหนดด้วยอนุกรมของเวลาในข้อมูลขอบเขตด้านเข้าของแบบจำลอง ซึ่งมีความสัมพันธ์ กับจุดเริ่มต้นของรอยแยกโดยที่สามารถ คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของรอยแยกในระหว่างช่วงเวลาที่กำหนดได้ด้วยการหาค่าระหว่างแบบเส้นตรง (Linear Interpolation) ดังแสดงในภาพที่6 การขยายตัวของรอยแยก เนื่องมาจากสาเหตุของการกัดเซาะของน้ำบริเวณรอยแยก (Erosion Based Breach Development)



ภาพที่6 ตัวอย่างแสดงรูปตัดการพังที่กำหนดเวลาที่ 0 และ 1 ชั่วโมง โดยเส้นประ คือ รูปตัดการพังที่กำหนดเวลาที่ครึ่งชั่วโมง

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

การคำนวณการเกิดการพังของรอยแยกจะต้องทำการกำหนดลักษณะรูปร่าง ของรอยแยกเริ่มต้นทีเกิดขึ้นและขนาดของรอยแยกสุดท้ายที่สามารถที่จะเกิดขึ้นไค□ การขยายตัว ของหน้าตัดการพังที่เกิดขึ้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาต่างๆ ขึ้นกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ใน การก่อสร้างตัวเขื่อนซึ่งสามารถวิเคราะห์โดยใช้□สมการการเกิดการกัดเซาะของตะกอนโดยวิธี Engelund-Hansen คำนวณการเกิดการขยายตัวจากการกัดเซาะของรอยแยกที่เพิ่มขึ้น โดยอาศัย หลักการของความต้านทานการไหลของน้ำผ่านรอยแยก

พิจารณาจากการคำนวณแรงเฉือนที่เกิดขึ้นโดยอาศัยสมการ EngelundHansen เปรียบเทียบกับแรงเฉือนวิกฤต (Critical Shear Stress) ที่กำหนด กรณีที่ค่าแรงเฉือนที่ คำนวณได้□มีค่ามากกว่าแรงเฉือนวิกฤตแล□วจะเกิดการกัดเซาะของน้ำที่ไหลผ่านรอยแยกแยกของหน้าตัด การพังขยายตัวเพิ่มขึ้น และจนกระทั่งแรงเฉือนที่คำนวณได้□มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับแรงเฉือนวิกฤต แล□วจะไม□เกิดการกัดเซาะหรือหยุดการขยายตัวของหน้าตัดการพัง

อัตราการเกิดการกัดเซาะของตะกอน คำนวณจากสมการของ Englund-Hansen ได□ดังนี้

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

โดย H_b = ระดับของการพัง (เมตร)

Q_t = อัตราการเกิดการกัดเซาะ (ตารางเมตร/วินาที)

ε = ความพรุนของตะกอน

L_b = ความยาวรูปตัดการพังตามทิศทางการไหล (เมตร) ิด

t = เวลา (วินาที) าะ

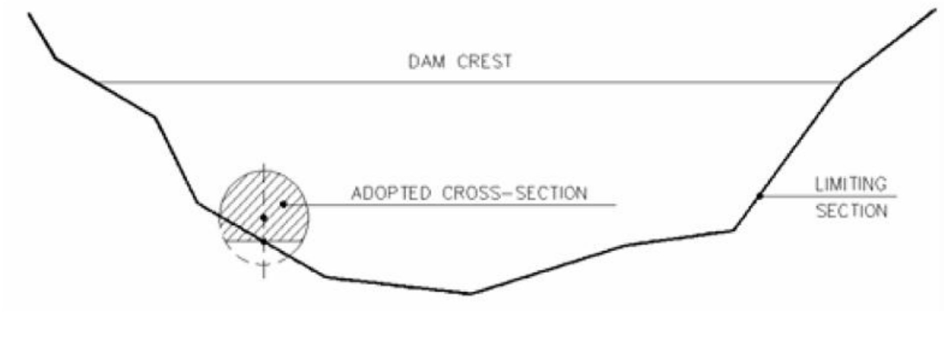
ทางด้านข้างของรูปตัดการพังลงไปสู่□ระดับที่ต่ำกว่า ดังนั้นจึงไม□ พิจารณาการเกิดการกัดเซาะของตะกอนตามความยาวตามแนวสันเขื่อน ซึ่งพิจารณาโดยใช้อัตรา การขยายตัวด้านข้างของรูปตัดการพังที่เกิดขึ้นสัมพันธ์□กับการขยายตัวด้านกว้างของรูปตัดการพัง (dW_b) และการขยายตัวในแนวดิ่งของการพังที่เกิดขึ้น (dH_b) ซึ่งกำหนดเป็นค่าสัมประสิทธิ์การ ขยายตัวทางด้านข้างของรอยแยก (Side erosion index, x) ได้โดย โดยทั่วไปค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางด้านข้างมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-1.0

$$dW_b = 2 \text{ x } dH_b$$

5.2 การพังเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านตัวเขื่อน (Piping Failure)

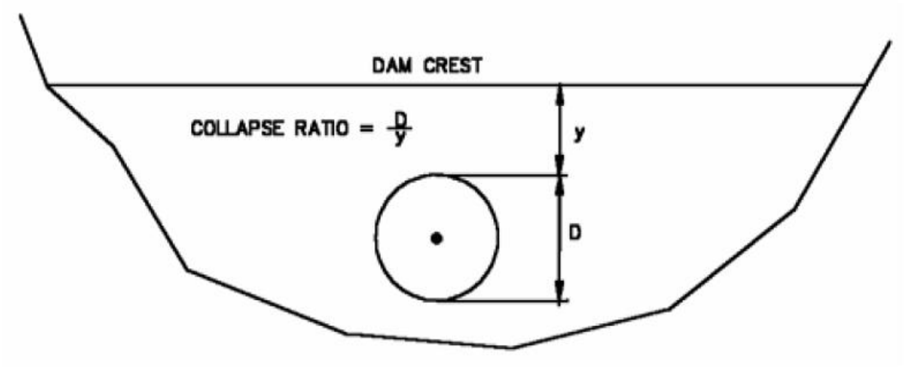
การพังลักษณะที่ 2 นี้เกิดขึ้นเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านตัวเขื่อน (Piping) โดย จะเกิดการกัดเซาะของดินตัวเขื่อนไหลปนมากับน้ำที่ไหลออกภายนอกตัวเขื่อน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำ ให้□เกิดการขยายตัวของการพังเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเกิดเป็นการพังในลักษณะที่เกิดจากการไหลของน้ำล้นข้ามสันเขื่อนเหมือนในกรณีแรกในที่สุด โดยตั้งสมมติฐานของการพังเนื่องจากเกิดการไหลของ น้ำผ่านตัวเขื่อน (Piping) เป็น 3 รูปแบบ คือ รูปร่างของการเกิด Piping เป็นวงกลม ลักษณะแนวของ การเกิด Piping เป็นแนวราบ และลักษณะการไหลของน้ำผ่านท่อการไหลเต็มท่อ

การกำหนดตำแหน่งศูนย์□กลางของการเกิด Piping จะต้องไม่□เกินหน้าตัดการพัง สุดท้ายที่กำหนดค่าพารามิเตอร□ทางด้านชลศาสตร์□ของหน้าตัดดังแสดงในภาพที่ 8 การพังที่ เกิดขึ้นจะพิจารณาเป็นสัดส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์□กลางของท่อต่อระยะระหว่างสันเขื่อนและ ระดับหลังท่อ ดังแสดงในภาพที่ รูปร่างของการพังแสดงดังภาพที่ 9 ความกว้างเริ่มต้นที่ระดับ ต่ำสุดจะเท่ากับขนาด□กลางของการเกิด Piping ระดับการพังเริ่มต้นจะเกิดที่ระดับก้นท่อ และขณะเดียวกันจะสมมติว่าเกิดการพัดพาของดินด้านบนของรูรั่วออกไปทางด้านท้ายน้ำ โดยจะขึ้นกับค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียของปริมาตร (Volume loss coefficient, f_{lost}) ซึ่งจะระบุถึง ความสามารถในการพัดพาของตะกอนที่เกิดจากการกัดเซาะออกไปอย่างทันทีทันใดหลังจากเกิด การพัง ส□วนวัสดุที่เหลือก็จะตกจมอยู่□ส่วนล่างสุดของหน้าตัดการพัง ดังแสดงในภาพที่ 7

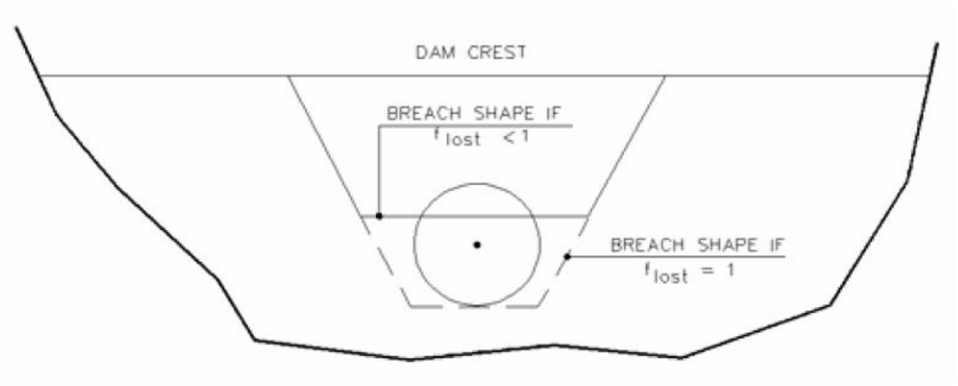


ภาพที 7 การกำหนดตำแหน่งการเกิด Piping

ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)



ภาพที่ 8 แสดงสัดส่วนของการพังจากการเกิด Piping
ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)



ภาพที่ 9 รูปร่างหน้าตัดการพังภายหลังที่เกิดการพังทลายของเขื่อน
ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

พารามิเตอร□ที่พิจารณา ประกอบด้วย ขนาดของเส้นผ่าศูนย์□กลางของท่อ ระดับ เริ่มต้นที่เกิดการพังและสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (k_s) เพื่อใช้สำหรับการคำนวณสัมประสิทธิ์แรง เสียดทานของดาร□ซี (f) ดังสมการ

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

โดย R คือ รัศมีชลศาสตร์

ปริมาณการไหลของของน้ำผ่านท่อ (Q_p) พิจารณาจากสมการ

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

โ ด ย A ตัดการไหล (ตารางเมตร)

l = ความยาว

$$\Delta H = h_1 - \max\left(h_2, z_{obv}\right)$$

ซง h1 = ระดบนาทางด้านเหนือน้ำ (เมตร)

h2 = ระดับน้ำทางด้านท้ายน้ำ (เมตร)

zobv = ระดับหลังท่อ (เมตร)

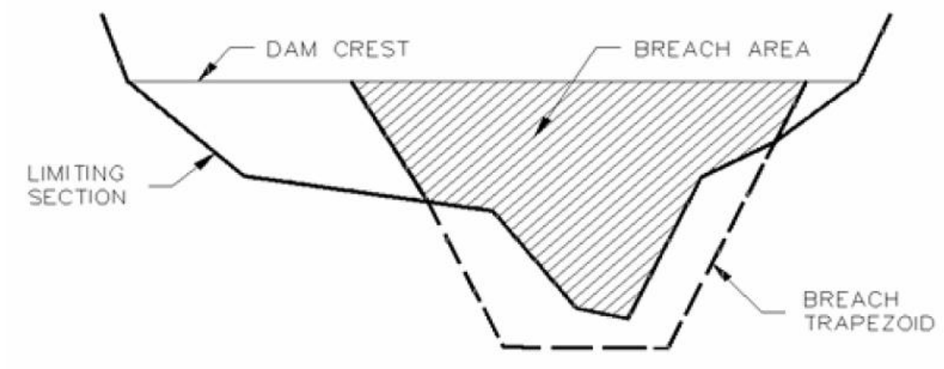
การขยายขนาดของรูปร่างการพังที่เกิดขึ้นจะอาศัยหลักการของการกัดเซาะของ ตะกอนซึ่งได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ความลึกของน้ำ Y_p คำนวณจาก

$$y_p = \frac{\Delta H}{2} + D$$

โดย D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (เมตร)

5.3 การกำหนดหน้าตัดการพังสุดท้าย

หน้าตัดการพังสุดท้ายสามารถพิจารณาจากชั้นหินหรือระดับแนวสันเขาธรรมชาติ เพื่อ ใช้ในการกำหนดหน้าตัดสุดท้ายที่สามารถเกิดการพังได้ ซึ่งเมื่อเกิดการพังที่หน้าตัดสุดท้ายจะทำ การคำนวณปริมาณการไหลผ่านรูปตัดการพังโดยพิจารณาพื้นที่หน้าตัดการไหลในลักษณะสี่เหลี่ยม คางหมูที่อยู่เหนือระดับการพังสุดท้ายที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที 10 หน้าตัดการพังภายหลังทีเกิดการพังทลายของเขือน
ที่มา: MIKE 11 Reference Manual (2003)

5.4 การคำนวณปริมาณการไหลของน้ำผ่านตัวเขื่อนและรอยแยก

ปริมาณการไหลของน้ำผ่านสันเขื่อนและรอยแยกแตกต่างกันขึ้นกับค่าระดับความสูง ของน้ำบนสันเขื่อนและระดับความสูงของน้ำที่เกิดขึ้นที่รอยแยก การคำนวณการไหลของน้ำผ่าน รอยแยกพิจารณาจากความสูญเสียของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าจาก
สมการต่อไปนี้

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

h_1 = ระดับน้ำทางด้านเหนือน้ำ (ม.รทก.)

V1 = ความเร็วที่ระดับ h1 (เมตร/วินาที)

Vbc = ความเร็วการไหลวิกฤตผ่านรอยแยก (เมตร/วินาที)

Hbc = ระดับน้ำในรอยแยกที่ความเร็ววิกฤต (ม.รทก.)

ζ = สัมประสิทธิ์การสูญเสีย

สมการข้างบนมีค่าที่ไม่□ทราบ 2 ค□า คือ h_{vc} และ V_{bc} ซึ่งสามารถหาคำตอบได□ โดยการคำนวณซ้ำ สำหรับในกรณีการไหลแบบวิกฤตสามารถคำนวณหาปริมาณการไหลได□จากสมการ

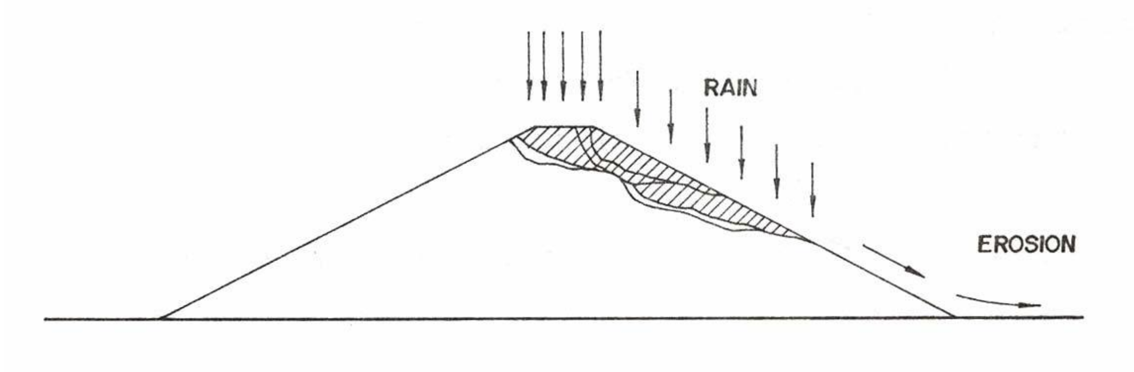
$$Q_{bc} = A_{vc} V_{bc}$$

6. การพิบัติของเขื่อนที่พิจารณา

6.1 น้ำล้นสันเขื่อน (Overtopping) เนื่องมาจากการออกแบบทางชลศาสตร์ไม่เพียงพอ เช่น การออกแบบอาคารระบายน้ำล้นมีขนาดทางระบายน้ำกว้างไม่เพียงพอ หรืออาจเกิดมาจากภัยธรรมชาติเช่น เกิดฝนตกหนัก เป็นต้น หรืออาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น

-การคาดการณ์ทางอุทกวิทยาไม่เหมาะสม
-การเปิดปิดบานระบายน้ำล้นไม่ถูกต้อง
-มีการถล่มของดินลงในอ่างทำให้เกิดคลื่นใหญ่
-การออกแบบ Freeboard ไม่เหมาะสม
-การชำรุดของบานระบาย
-การปิดกั้นบานระบายน้ำเนื่องจากเศษวัสดุ

6.2 การกัดเซาะภายนอก (External Erosion) การพิบัติของเขื่อนยังอาจเกิดจากการกัดเซาะของคลื่นที่พัดเข้ากระทบลาดเขื่อนเหนือน้ำ ส่วนการกัดเซาะจากน้ำฝนปกติจะป้องกัน ได้จากการปลูกหญ้าหรือทำหินเรียงคลุมไว้ แต่ถ้าดินมีลักษณะ กระจายตัวในน้ำได้ง่าย (Dispersive Clay) ก็จะเกิดการกัดเซาะบนลาดเขื่อนได้มากจนเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายได้ ดังที่เกิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยได้

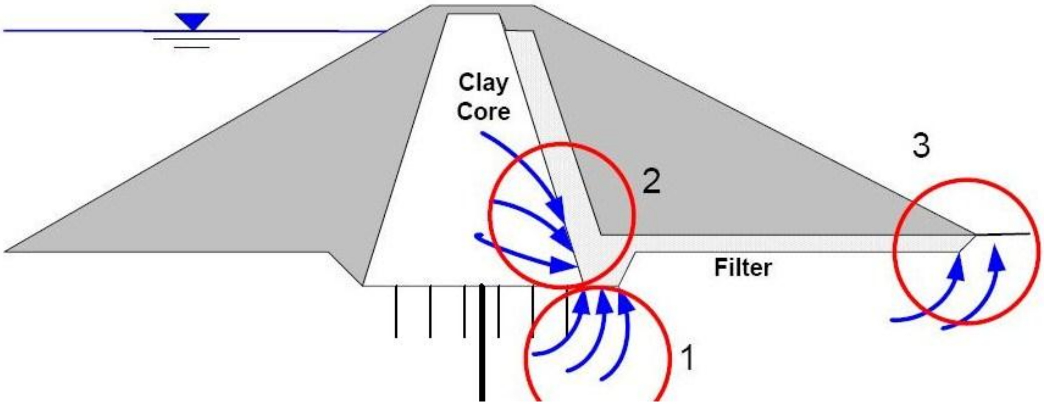


ภาพที่ 11 ภาพแสดงการพิบัติจากการกัดเซาะ
ที่มา: ภูวดล (2544)

ภาพที่ 12 แสดงการกัดเซาะ

ที่มา: ภูวดล (2544)

6.3 การไหลซึม (Piping) ซึ่งเกิดจากน้ำเดินทางผ่านรอยแยกต่างๆภายในตัวเขื่อนหรือฐานรากของเขื่อน เกิดเป็นรูโพรงและขยายใหญ่ขึ้น จนทำให้เขื่อนพิบัติ เมื่อสร้างเขื่อนขึ้นกักน้ำ ย่อมทำให้เกิดความต่างระดับของน้ำในอ่าง และท้ายน้ำเป็นธรรมดา ของน้ำที่จะพยายามหาทางซึมจากระดับสูงไปต่ำ โดยผ่านทั้งตัวเขื่อนและฐานรากดังนั้นในการออกแบบ วิศวกรจะพยายามลดการรั่วซึมนี้ให้น้อยที่สุด



ภาพที่ 13 ภาพแสดงการรั่วซึมของฐานรากและตัวเขื่อน

ที่มา: ภูวดล (2544)

- บริเวณที่ 1 รอยต่อของฐานราก แกนดินเหนียว และ Filter น้ำจากฐานรากที่ไหลผ่านแนวน้ำปูนจะไหลเข้าสู่ Filter โดยเร็ว
- บริเวณที่ 2 รอยต่อของแกนดินเหนียว และ Filter ด้านท้ายน้ำ โดยน้ำที่ซึมผ่านแกนจะไหลเข้าสู่ Filter
- บริเวณที่ 3 ฐานรากด้านท้ายน้ำ โดยน้ำที่ซึมจากฐานรากจะไหลขึ้นสู่ผิวดินอาจเกิดการลอยตัวของเม็ดดิน (Boiling) ได้

ในบริเวณที่ 1 และ 2 ถ้ามีการออกแบบ Filter ที่ดีพอ การกัดเซาะก็จะไม่เกิดขึ้น ส่วนกรณีที่เกิดในบริเวณที่ 3 อาจต้องทำ Relief Well หรือ Toe Drain ที่จะทำให้การระบายน้ำออกจากฐานรากได้โดยไม่ให้เกิดการกัดเซาะ นอกจากสาเหตุที่เกี่ยวกับการออกแบบดังกล่าวแล้วการรั่วซึมสามารถเกิดได้จากคุณภาพการบดอัดที่ไม่ได้มาตรฐานและการเลือกวัสดุถมตัวเขื่อนที่เป็นดินกระจายตัวเข้ามาใช้บดอัด (Dispersive Soil)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

2. เครื่องคอมพิวเตอร์
3. แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 พร้อมคู่มือ
4. รูปตัดตามขวางของแม่น้ำทางด้านท้ายน้ำของเขื่อนกิ่วลม
5. ข้อมูลลักษณะโครงการเขื่อนกิ่วลม ขนาดของตัวเขื่อน และอาคารประกอบ รวมทั้งคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการสร้างตัวเขื่อน
6. ข้อมูลระดับในพื้นที่ลุ่มน้ำวัง
7. ข้อมูลการปฏิบัติการเขื่อนกิ่วลม
8. ข้อมูลด้านอุทกวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำวัง

2. วิธีการ

วิธีการและขั้นตอนการศึกษาการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลาย ของ เขื่อน ศรีนครินทร์ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

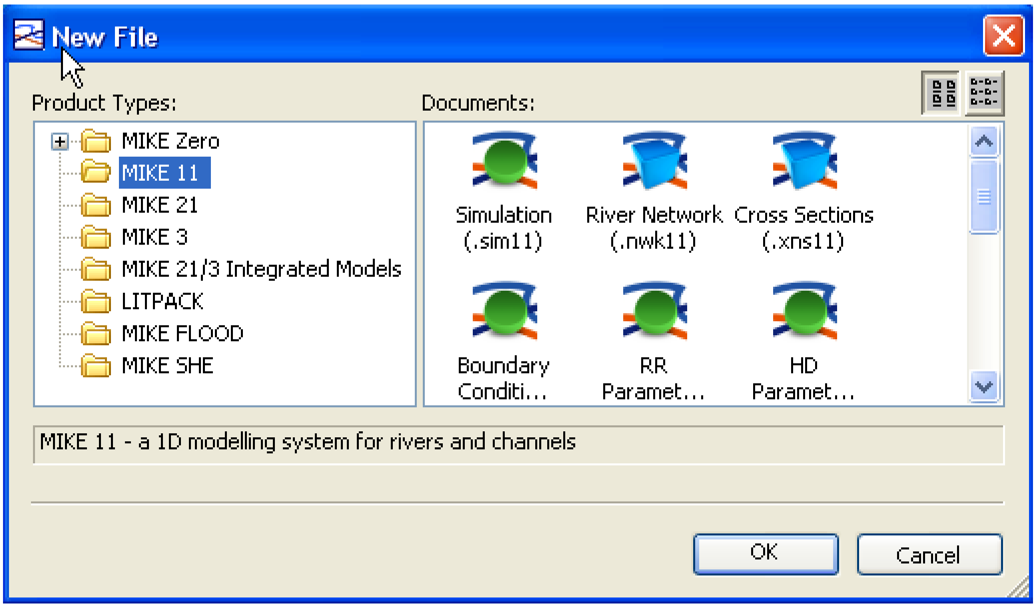
การรวบรวมข้อมูล

1. 1ข้อมูลในส่วนของรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

ไฟล์รูปตัดขวางลำน้ำมีนามสกุล (.xns) เป็นเอกสารที่รวบรวมข้อมูลลักษณะหน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งต่างๆของลำน้ำรวมทั้งวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์จากหน้าตัดที่กำหนด

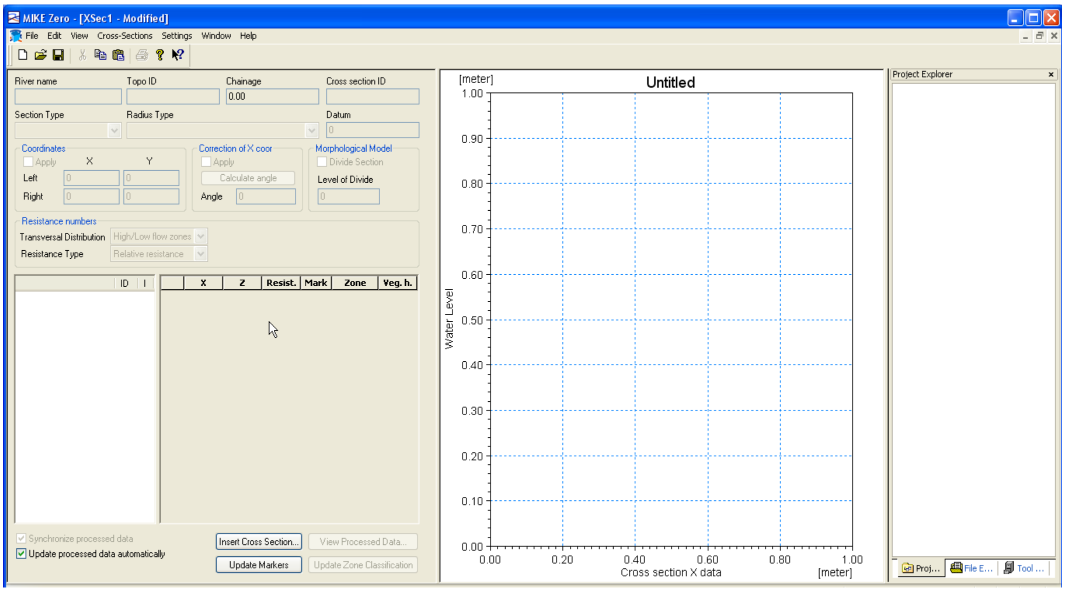
ขั้นตอนในการสร้างไฟล์ รูปตัดขวางลำน้ำ Cross-Section

File---New---Mike11---Cross Section (.xns.11)



ภาพที่ 14 แสดงการสร้างไฟล์รูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

ขั้นตอนการป้อนข้อมูลลงในไฟล์รูปตัดขวางลำน้ำ Cross-Section



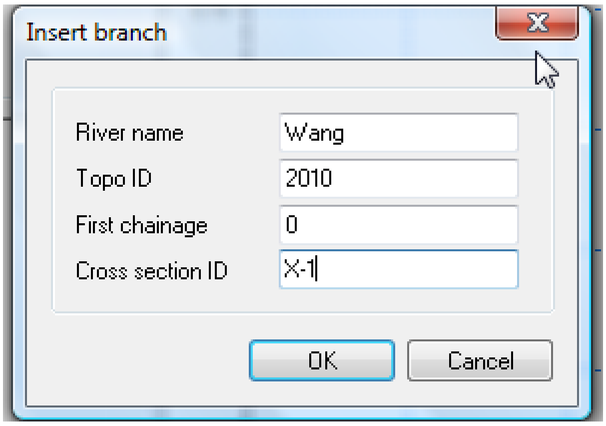
ภาพที่ 15 แสดงหน้าต่างไฟล์รูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

การแทรกรูปตัดขวางลำน้ำ Cross-Section

เลือกที่

จะเป็นการ แทรกรูปตัดขวางลำน้ำ Cross-Section

เมื่อเลือกที่ Insert Cross Section แล้ว จะปรากฏหน้าต่างของลักษณะเบื้องต้นของรูปตัดขวางลำน้ำ ดังรูป ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลดังนี้



ภาพที่ 16 แสดงหน้าต่าง สำหรับแทรกรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

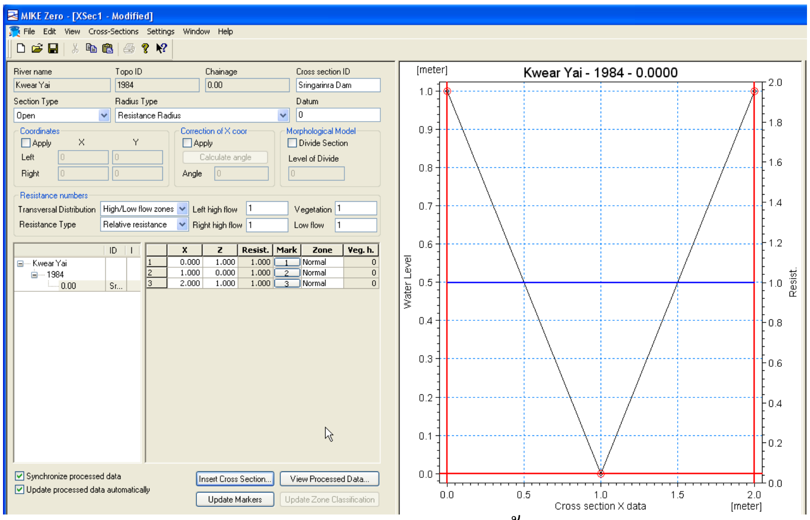
River name : ชื่อของแม่น้ำ

Topo ID : ปีที่ทำการสำรวจ

First chainage : ตำแหน่งระยะทางสะสม(กม.สะสม)

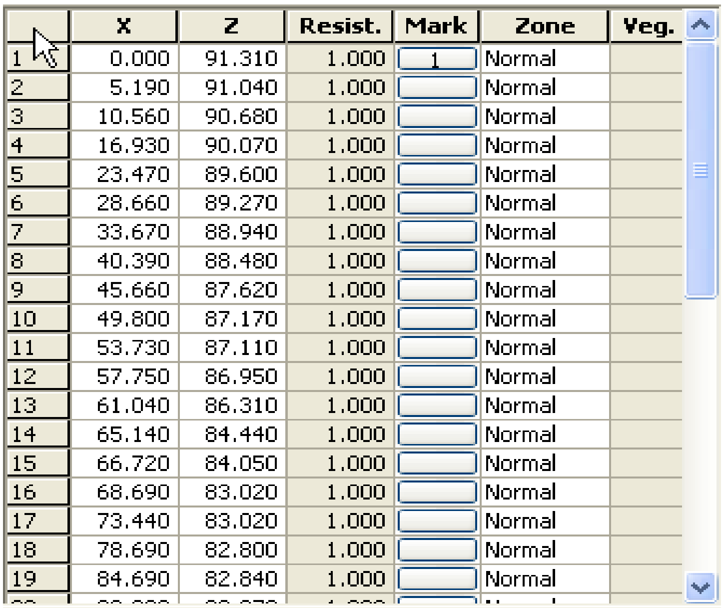
Cross section ID : ชื่อเรียกของรูปหน้าตัดขวางลำน้ำ Cross Section

เมื่อป้อนข้อมูลครบถ้วนแล้วให้เลือก OK จะปรากฏหน้าต่างเพื่อเตรียมสำหรับการป้อนค่าข้อมูล รูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section ดังรูป



ภาพที่ 17 แสดงหน้าต่าง สำหรับการป้อนค่ารูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

การป้อนข้อมูลรูปร่างรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section



	X	Z	Resist.	Mark	Zone	Veg.
1	0.000	91.310	1.000	1	Normal	
2	5.190	91.040	1.000		Normal	
3	10.560	90.680	1.000		Normal	
4	16.930	90.070	1.000		Normal	
5	23.470	89.600	1.000		Normal	
6	28.660	89.270	1.000		Normal	
7	33.670	88.940	1.000		Normal	
8	40.390	88.480	1.000		Normal	
9	45.660	87.620	1.000		Normal	
10	49.800	87.170	1.000		Normal	
11	53.730	87.110	1.000		Normal	
12	57.750	86.950	1.000		Normal	
13	61.040	86.310	1.000		Normal	
14	65.140	84.440	1.000		Normal	
15	66.720	84.050	1.000		Normal	
16	68.690	83.020	1.000		Normal	
17	73.440	83.020	1.000		Normal	
18	78.690	82.800	1.000		Normal	
19	84.690	82.840	1.000		Normal	

ภาพที่ 18 แสดงหน้าต่าง สำหรับการป้อนค่ารูปร่างและรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

ค่า X : ระยะทางในแนวราบ

ค่าZ : ค่าระดับในแต่ละจุดของรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

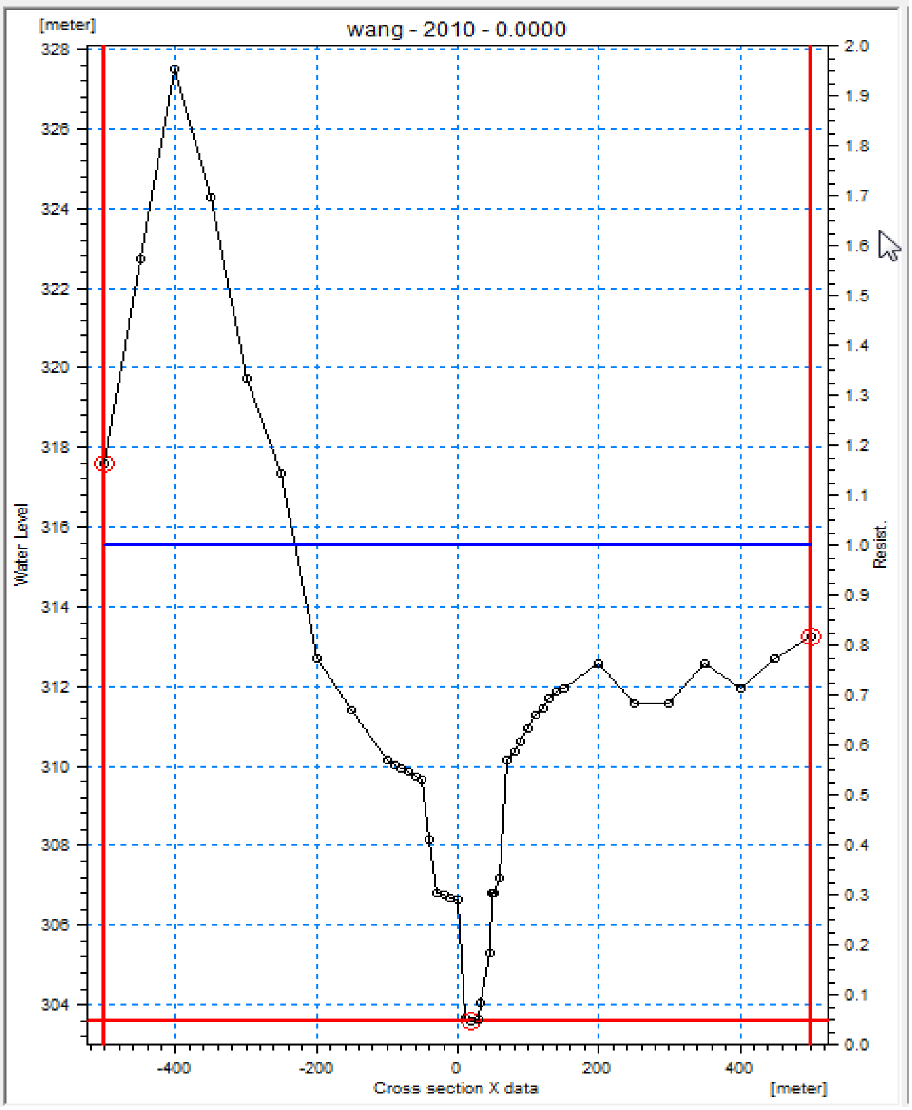
Resist : ค่าความเสียดทาน

Mark : แสดงถึงตำแหน่งของจุดนั้น 1 แสดงถึงตำแหน่งตลิ่งซ้าย

แสดงถึงตำแหน่งก้นคลอง

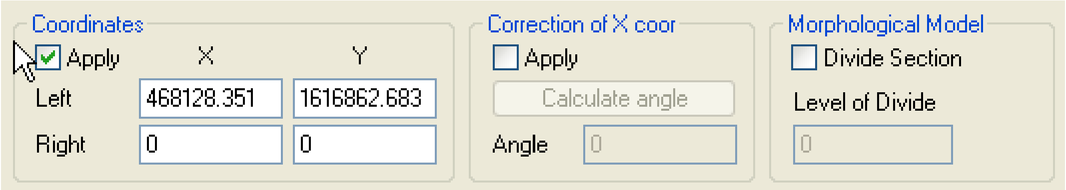
แสดงถึงตำแหน่งตลิ่งขวา

เมื่อใส่ข้อมูลรูปตัดลำน้ำที่ได้จากการสำรวจแล้วจะแสดงลักษณะของรูปตัดลำน้ำดังรูป



ภาพที่ 19 แสดงหน้าต่างแสดงรูปร่างลักษณะรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

การป้อนข้อมูลพิกัดพิกัดรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section



ภาพที่ 20 แสดงการป้อนข้อมูลพิกัดรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

Coordinate : ตำแหน่ง

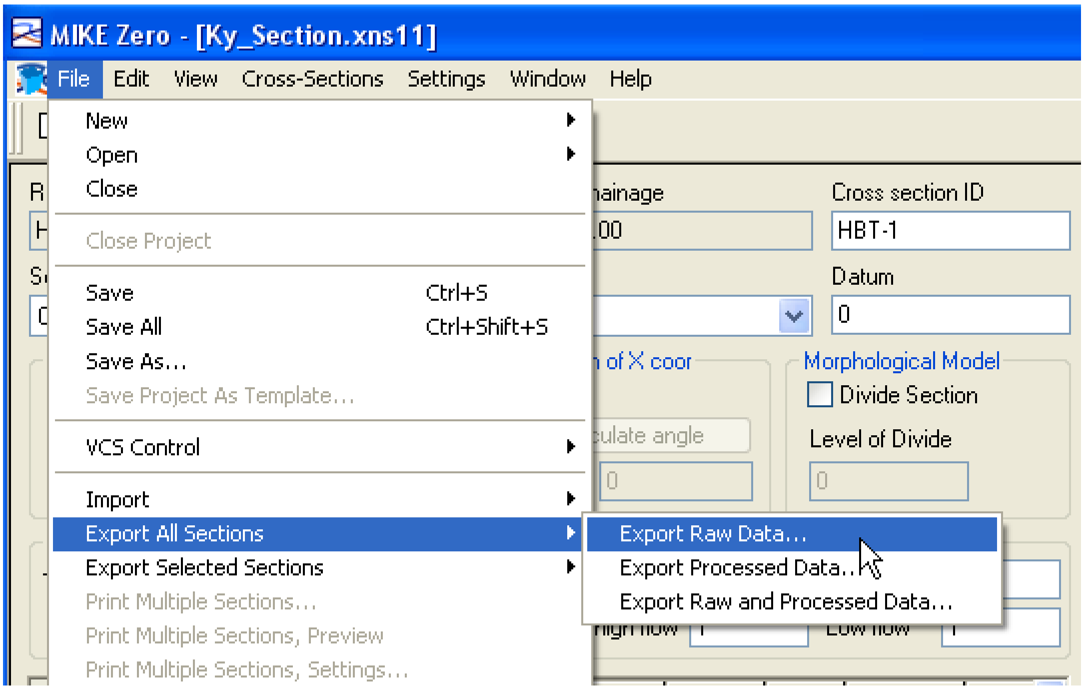
Left : ตลิ่งซ้าย

Right : ตลิ่งขวา

หมายเหตุ เนื่องจากโปรแกรมจะทำการจำลองการไหลเป็นเส้นตรงจึงใส่พิกัดตำแหน่งเดียวก็เพียงพอไม่มีผลต่อการจำลอง

การ Export ข้อมูล รูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

เลือกที่ File---Export All Section---Export Raw Data



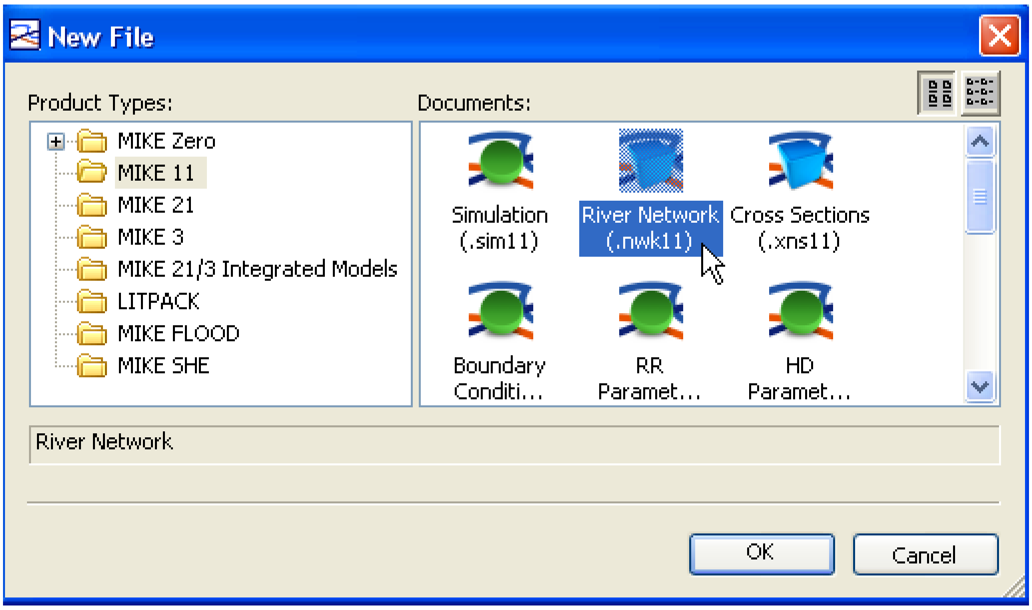
ภาพที่ 21 แสดงการExport ข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ Cross Section

1.2 ข้อมูลในส่วนของโครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network

ไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำมีนามสกุล (.nwk11) เป็นเอกสารที่เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายลำน้ำ เช่น จุดต่อต่างของลำน้ำ แสดงการเชื่อมต่อของลำน้ำสาขากับลำน้ำหลัก การเชื่อมต่อ RR Model ตำแหน่งและลักษณะโครงสร้างควบคุมการไหลของน้ำเช่น ฝาย ประตูระบายน้ำ ปั้มน้ำ โครงสร้างเขื่อนพิบัติ เป็นต้น

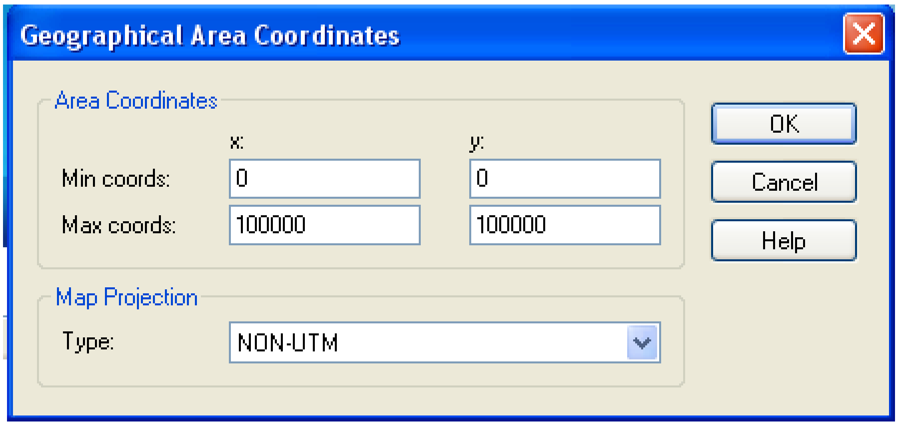
ขั้นตอนในการสร้างไฟล์ โครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network

File---New---Mike11---River Network (.nwk11)



ภาพที่ 22 แสดงการสร้างไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network

เมื่อเลือก OK จะแสดงการกำหนด แสดงพิกัดของโครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network



ภาพที่ 23 แสดงการกำหนด แสดงพิกัดของโครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network

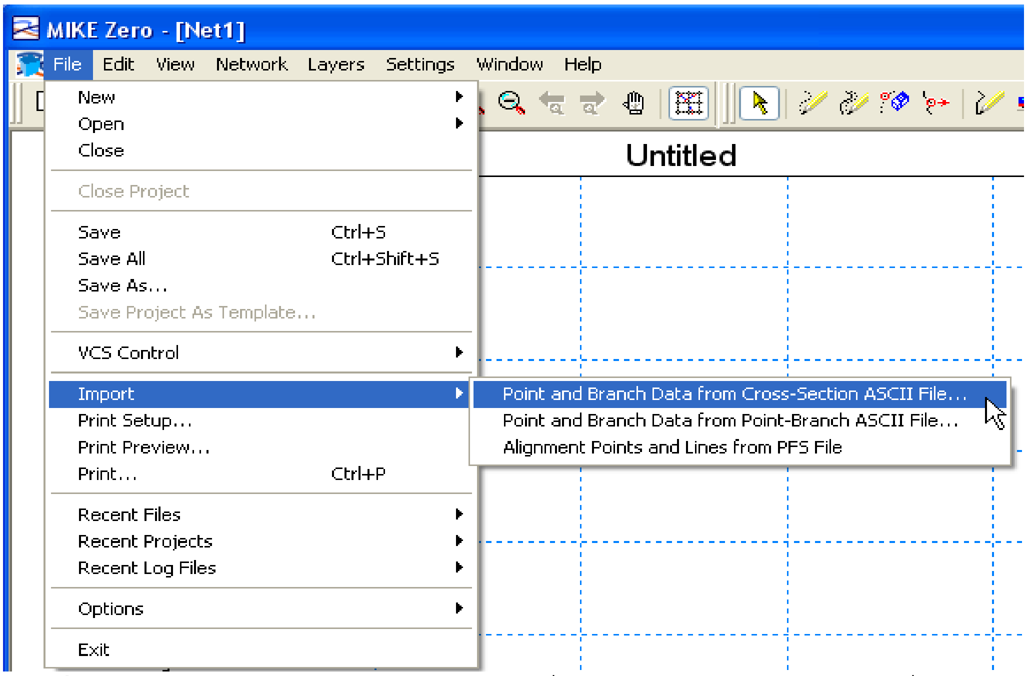
Min coords : พิกัดน้อยที่สุดที่แสดงผล

Max cords : พิกัดมากที่สุดที่แสดงผล

Type : ระบบของพิกัด

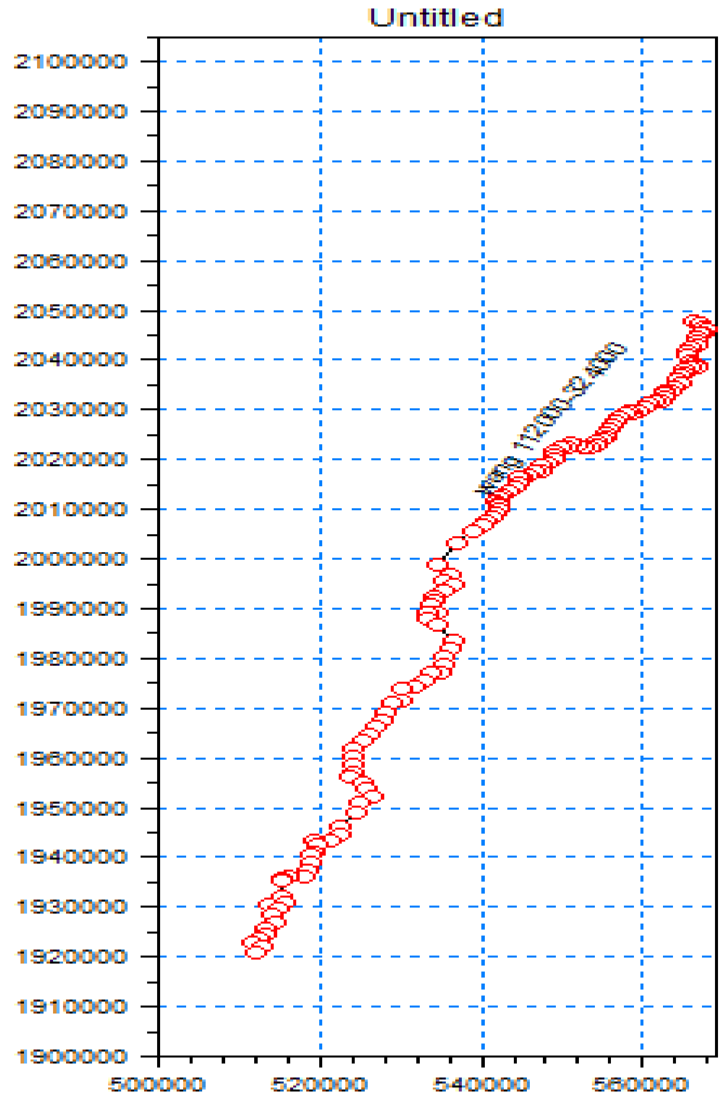
ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ ลงในไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network

File---Import---Point and Branch Data from Cross-Section ASCII File…



ภาพที่ 24 แสดงการนำเข้าข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ ลงในไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network

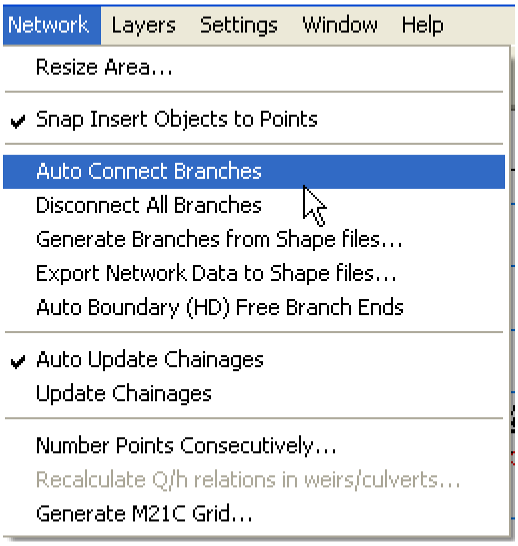
เมื่อเลือกข้อมูลที่ได้จากการนำเข้าข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ ลงในไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network แล้วจะแสดงตำแหน่งของรูปตัดขวางลำน้ำดังรูป



ภาพที่ 25 แสดงตำแหน่งรูปตัดขวางลำน้ำ ในไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ River Networ

ขั้นตอนการเชื่อมต่อลำน้ำในโครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network

Network--Auto Connect Branches



ภาพที่ 26 แสดงการเชื่อมต่อลำน้ำ ในไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ River Network

ผลที่ได้คือการเชื่อมต่อลำน้ำการเชื่อมต่อลักษณะนี้จะเชื่อมโยงในจุดที่อยู่ใกล้และตามระดับในรูปตัดขวางลำน้ำ

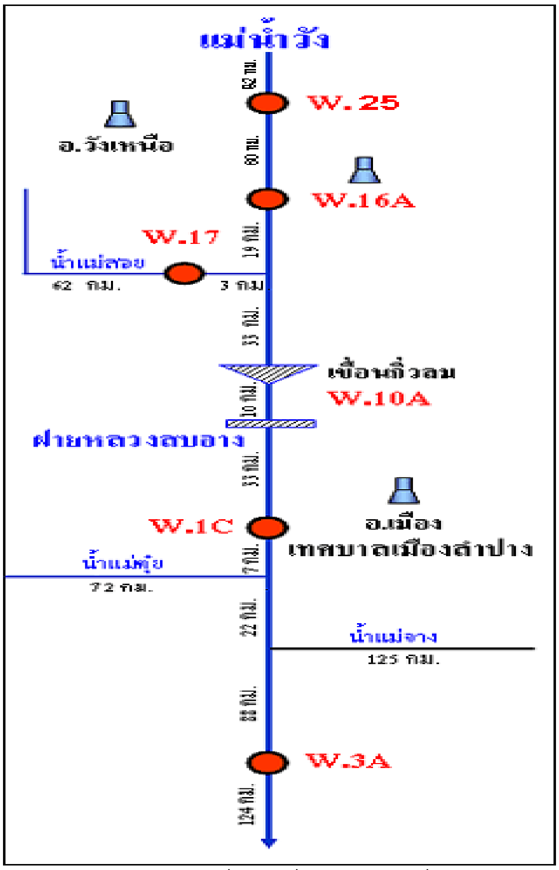
1.3ข้อมูลของตัวเขื่อนได้แสดงไว้ในภาคผนวก

2. การสอบเทียบหาสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ในลำน้ำต่างๆ

การหาสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ในแม่น้ำสายต่างๆนั้นสามารถทำได้โดยการสอบเทียบกับค่าข้อมูลที่มีจากสถานีตรวจวัดน้ำของกรมชลประทานโดยใช้ค่าอนุกรมเวลาเทียบระหว่างต้นน้ำและท้ายน้ำซึ่งได้อธิบายไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n สำหรับการไหลในแม่น้ำสายต่างๆ

ชื่อแม่น้ำ	สถานีตรวจวัดต้นน้ำ	สถานีตรวจวัดท้ายน้ำ	Manning's n
แม่น้ำวัง	W.25	W.16A	0.03
แม่น้ำวัง	W.17	W.10A	0.033



ภาพที่ 27 แสดงสถานีตรวจวัดน้ำฝนน้ำท่าในลุ่มน้ำวัง

ที่มา: ภูวดล (2544)

3. การจำลองการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อน

การจำลองการพังทลายของเขื่อนกิ่วลมโดยใช้□แบบจำลองย่อยการพังทลาย ของเขื่อน (DB Module) ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์□ MIKE 11 จะต้องทำการพิจารณาลักษณะการ พังทลายและใช้แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD Module) เพื่อพิจารณาชลศาสตร์□การไหลของ น้ำทางด้านท้ายน้ำโดยพิจารณาซึ่งมีข้อสมมติดังต่อไปนี้

คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นตัวแทนของเขื่อนโดยสมมติว่าเป็นชนิดเดียวกันกับ คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นแกนเขื่อน (Core Zone)

การเกิดรอยแยกของเขื่อนเนื่องมาจากการกัดเซาะจากการไหลของน้ำผ่านรอยแยก

การลดลงของระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำที่ไหลออกผ่านรอย แยกที่เกิดขึ้นเท่านั้น

รูปตัดลำน้ำทางด้านท้ายน้ำไม□มีการเปลี่ยนแปลงสำหรับแต่ละหน้าตัด

จากการศึกษาจากข้อมูลที่ได้ เคยมีการศึกษาในอดีต สามารถจำแนกสาเหตุการพังทลาย ของเขื่อนออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

การเริ่มพังทลายอันเนื่องมาจากสาเหตุจากการไหลของน้ำล้นข้ามสันเขื่อน(Overtopping)
การเริ่มพังทลายที่มีสาเหตุจากการเกิดรูรั่วของเขื่อน (Piping) ซึ่งเมื่อเกิดการ ขยายตัวของรูรั่วมากขึ้น ลักษณะการพังที่เกิดขึ้นจะพัฒนาเป็นลักษณะการไหลของน้ำผ่านรอยแยก โดยสมมติว่าเกิดการพัดพาของดินส่วนบนของรูรั่วออกไปทาด้านท้ายน้ำ แล้วพิจารณาการไหล เป็นลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อนต่อไป

3.1. แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module)

ในการสร้างแบบจำลอง (Model Setup) ในส่วนของแบบจำลองย่อยการพังทลาย ของเขื่อน (DB Module) นั้นจะต้องมีการนำข้อมูลขนาดของตัวเขื่อน และคุณสมบัติของแกนเขื่อน มาใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง ดังนี้

ข้อมูลขนาดของตัวเขื่อน และคุณสมบัติของแกนเขื่อน แสดงดังตารางที่ 3
พารามิเตอร์ และเงื่อนไขเริ่มต้น (Parameter and Initial Condition) ซึ่ง กำหนดเป็นค่าคงที่ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ข้อมูลขนาดของตัวเขื่อนและคุณสมบัติของวัสดุแกนเขื่อนกิ่วลมที่ใช้□ใน แบบจำลองย่อยการพังทลายของเขื่อน (DB Module)

ข้อมูล	พารามิเตอร์
ข้อมูลขนาดตัวเขื่อน	
ความลาดชันทางด้านเหนือน้ำ	1:2
ความลาดชันทางด้านท้ายน้ำ	1:3
ความกว้างสันเขื่อน (เมตร)	15
ข้อมูลคุณสมบัติของแกนเขื่อน	
ขนาดอนุภาคของเม็ดดิน (มิลลิเมตร)	0.01-0.002
ความถ่วงจำเพาะ	2.65
ความพรุน	0.45

ตารางที่ 4 พารามิเตอร์สำหรับการพังทลายของเขื่อน

ข้อมูล	พารามิเตอร□
ขอบเขตสำหรับการพังทลายของเขื่อน	
- ระดับสุดท้ายของรอยแยก	+325.00 ม.
- ระดับน้ำในอ่างเริ่มต้น (ที่ระดับเก็บกักสูงสุด)	+352.90 ม.
- ความกว้างสุดท้ายด้านล่างของรอยแยก	-
การเริ่มพังจากการไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)	
- ระดับเริ่มต้นของรอยแยก	+355.50 ม.
- ความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก	50.00 ม.

3.2 การจำลองการไหลทางด้านท้ายน้ำ

3.2.1. การสร้างแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลองการไหลทางด้านท้ายน้ำของเขื่อนกิ่วลมนั้นจะ ต้องทำการกำหนดที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำที่ตำแหน่ง กม. 0+000 ของแม่น้ำวัง โดยโดยใช้ข้อมูล โค้งความสัมพันธ์ระหว่าง พื้นที่-ความจุ-ระดับน้ำ (Area-Volume-Elevation Curve) ของเขื่อนกิ่วลม แสดงในภาคผนวก ก และใช้ข้อมูลรูปตัดลำน้ำของแม่□น้ำแม่วังในการจำลองสภาพน้ำ ท่วมทางด้านท้ายน้ำจากการพังทลายของเขื่อนกิ่วลม

3.2.2 ขอบเขตเงื่อนไขทางด้านเหนือน้ำ
กำหนดขอบเขตเงื่อนไขทางด้านเหนือน้ำที่ตำแหน่ง กม. 0+000 ของแม่น้ำวังเป็นเขื่อนกิ่วลมซึ่งมีการจำลองว่าเกิดการพิบัติแบบน้ำล้นท่วมข้ามสันเขื่อนซึ่งอยู่ที่ระดับ +352.90 เมตร รทก.โดยรายละเอียดการพังทลายตารางที่ พารามิเตอร□สำหรับการพังทลายของเขื่อน
3.2.3.ขอบเขตเงื่อนไขทางด้านท้ายน้ำ

กำหนดขอบเขตเงื่อนไขทางด้านท้ายน้ำที่ตำแหน□ง กม. 321+000 อยู่ที่ระดับ +286.5 ม.รทก. ซึ่งเป็นระดับดับสูงสุดของตลิ่งที่หน้าตัดสุดท้ายของแม่□น้ำวัง

4. การกำหนดกรณีศึกษา

การกำหนดกรณีศึกษาเป็นการกำหนดรูปแบบของการพังทลายของเขื่อนกิ่วลมที่มีผลทำให้□รูปแบบของปริมาณการไหลผ่านรอยแยกมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยจะต้องทำ การพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร□ที่มีผลต่อการขยายตัวของรอยแยกซึ่งจะทำให้□ปริมาณการไหล ผ่านรอยแยกที่เกิดจากการพังทลายของตัวเขื่อนแตกต่างกันไปด้วย ค่าพารามิเตอร์□ที่ได้ทำการพิจารณาในการพังทลายของเขื่อน ได้แก่□ ค่าดัชนีการกัดเซาะ ด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) และค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width , B) การกำหนดค่าพารามิเตอร□ทั้ง 3 ค่านี้ จะ ทำให้รอย□รอยแยกที่เกิดจากการพังทลายของเขื่อนเกิดขึ้นคือ รอยแยกรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

การศึกษาการพังทลายของเขื่อนกิ่วลม ได้กำหนดกรณีศึกษาเป็น การเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)

กรณีศึกษา การเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ค่าความลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) นี้จะทำให้□เกิดรูปแบบของรอยแยกรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

5. การจัดทำ แผนเตือนภัยจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลม

แผนเตือนภัยจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลมสร้างจากข้อมูลซึ่งเป็นกราฟน้ำท่าที่บริเวณต่างๆซึ่งได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์□ (HD Module) โดยใช้เวลาในการหลากไปในลำน้ำเมื่อเกิดการพิบัติต่อเขื่อนทำให้ทราบเวลาในการอพยพหรือเคลื่อนย้ายเมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวขึ้นส่วนแผนที่น้ำท่วมเนื่องจากข้อมูลระดับในพื้นที่มีไม่เพียงพอที่สามารถจะจัดทำเป็นแผนที่น้ำท่วมได้จึงขอจัดทำเป็นแผนการเตือนภัยโดยกำหนดความสำคัญคือเวลาในการอพยพเมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้น

กรณีศึกษาพิจารณาการพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อนในการศึกษาครั้งนี้

กรณีศึกษา	ความลาดชัน ของรอยแยก , ss	Side Erosion Index , x	ความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก(ม.)	รูปร่างการพัง
1	1:4	1	10	สี่เหลี่ยมคางหมู

5. การจัดทำ แผนเตือนภัยจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลม

แผนเตือนภัยจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลมสร้างจากข้อมูลซึ่งเป็นกราฟน้ำท่าที่บริเวณต่างๆซึ่งได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์□ (HD Module) โดยใช้เวลาในการหลากไปในลำน้ำเมื่อเกิดการพิบัติต่อเขื่อนทำให้ทราบเวลาในการอพยพหรือเคลื่อนย้ายเมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวขึ้นส่วนแผนที่น้ำท่วมเนื่องจากข้อมูลระดับในพื้นที่มีไม่เพียงพอที่สามารถจะจัดทำเป็นแผนที่น้ำท่วมได้จึงขอจัดทำเป็นแผนการเตือนภัยโดยกำหนดความสำคัญคือเวลาในการอพยพเมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้นดังแสดงในผลการศึกษา

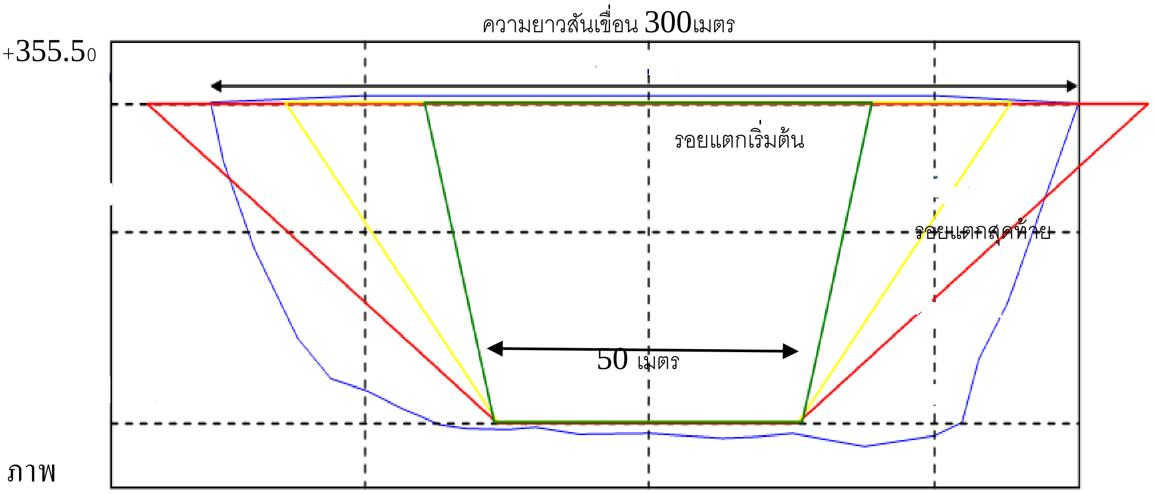
บทที่ 4
ผลการศึกษา และวิจารณ์

1. การศึกษาการพังทลายของเขื่อน

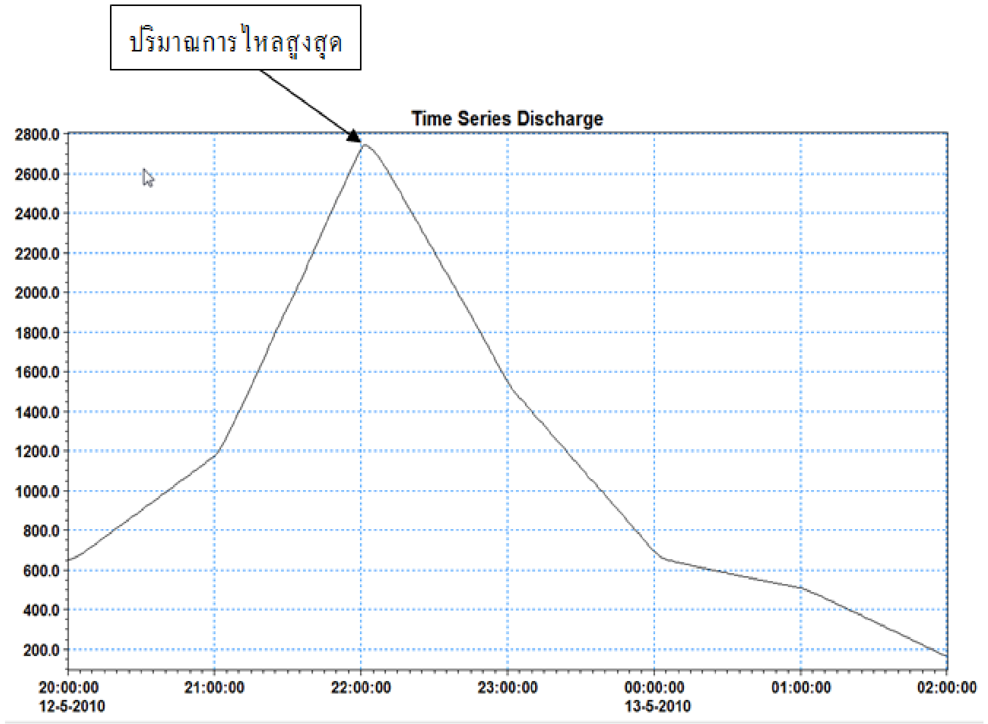
การศึกษาการพังทลายของเขื่อนศรีนครินทร์นั้นได□สมมติสภาวะเริ่มต้นของการเกิด การพังของเขื่อนศรีนครินทร์โดยกำหนดระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเริ่มต้นนอยู□ที่ระดับเก็บกักสูงสุด คือ +352.90 ม.รทก. และเริ่มเกิดการพังทลายเมื่อระดับน้ำอยู่□ในระดับเดียวกับสันเขื่อนคือ +355.5 ม.รทก.โดยการพังทลายเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้น ข้ามสันเขื่อน (Overtopping)

1.1 การเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)

การเริ่มพังในลักษณะการไหลล้นข้ามสันเขื่อนนี้ค่าพารามิเตอร□ที่ได้ทำการพิจารณาเพื่อกำหนดรูปร่างของรอยแยกให้เข้าใกล้□กับขนาดของตัว เขื่อนค่าพารามิเตอร□ที่ทำการพิจารณา ได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวด้านข้างของรอยแยก (Side Erosion Index , x) ค่าลาดชันด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) และค่าความกว้างเริ่มต้น ของรอยแยก (Initial Breach Width , B) ซึ่งทำให้□กำหนดรูปร่างของรอยแยกเป็น รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

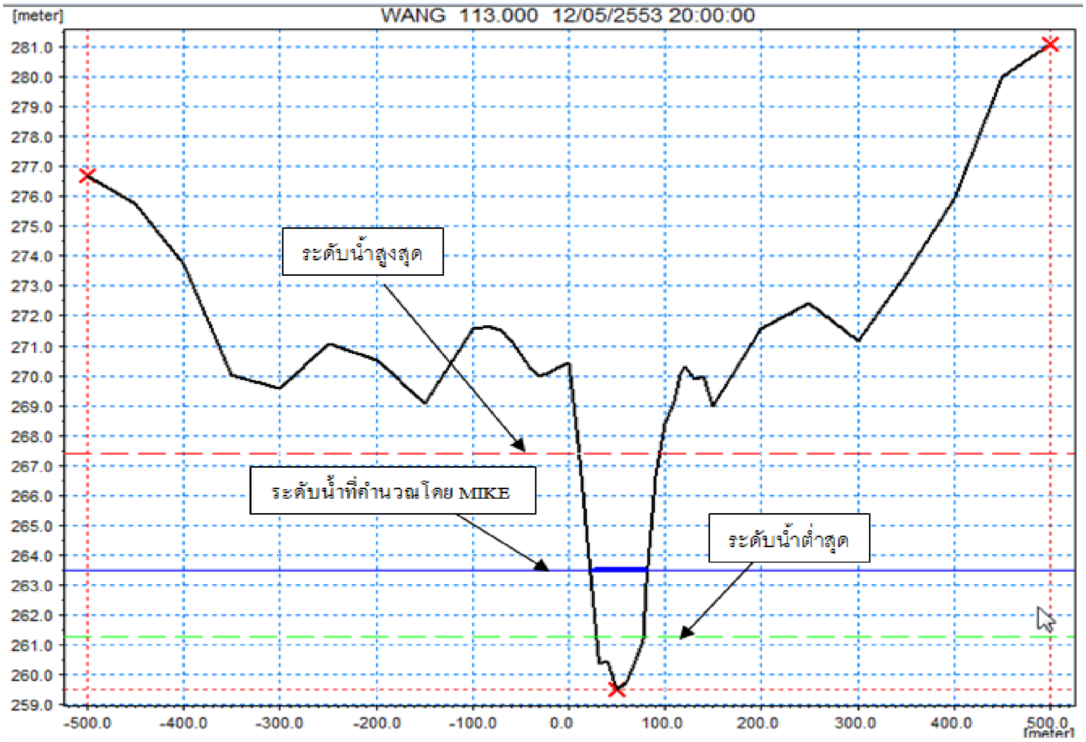


ภาพ
ลักษณะ ของนำไหลล้นข้ามสันเขือน (Overtopping) ซึงเป็น ลักษณะรอยแยกแบบ สีเหลียมคางหมู



ภาพที่29 แสดงปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกจากการพังทลายของเขื่อนกิ่วลม ในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) ซึ่งเป็นลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

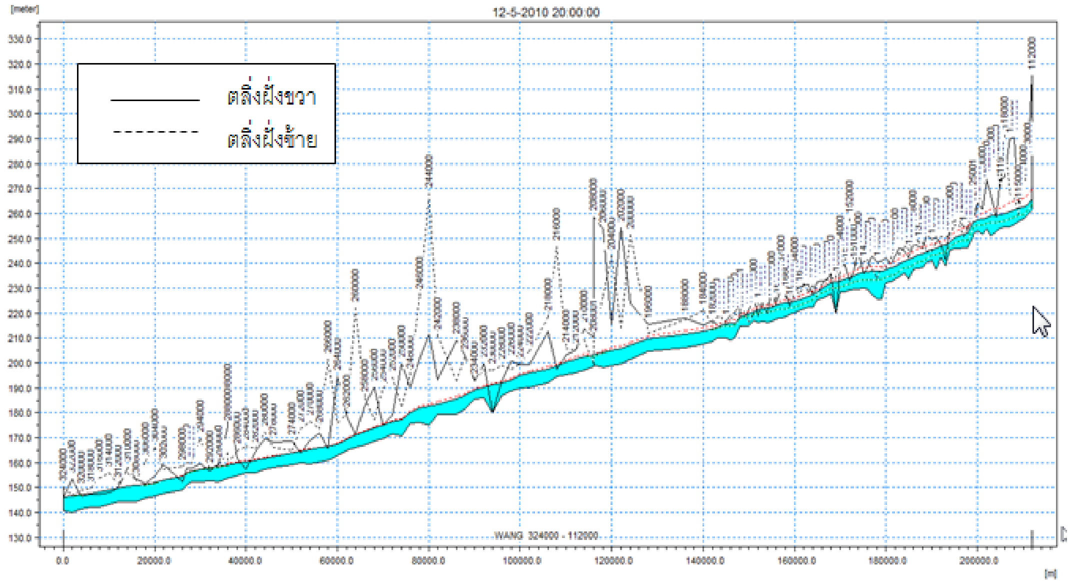
ภาพที่ 29 แสดงปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรอยแยกของการ พังทลายของเขื่อนกิ่วลมในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) กรณีค่าความกว้างเริ่มต้นองรอยแยก (Initial Breach Width , B) เท่ากับ 50 เมตรความลาดชัน ของรอยแยก เท่ากับ 1:4 Side Erosion Index เท่ากับ 1 ในลักษณะของรอยแยกแบบสี่เหลี่ยมคางหมูนั้น จะเห็นได้ว่าค่าปริมาณการไหลที่จุดสูงสุดมีค่า 2,750 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และมีความจุจากอ่างเก็บน้ำเท่ากับ 112 ล้านลูกบาศก์เมตร



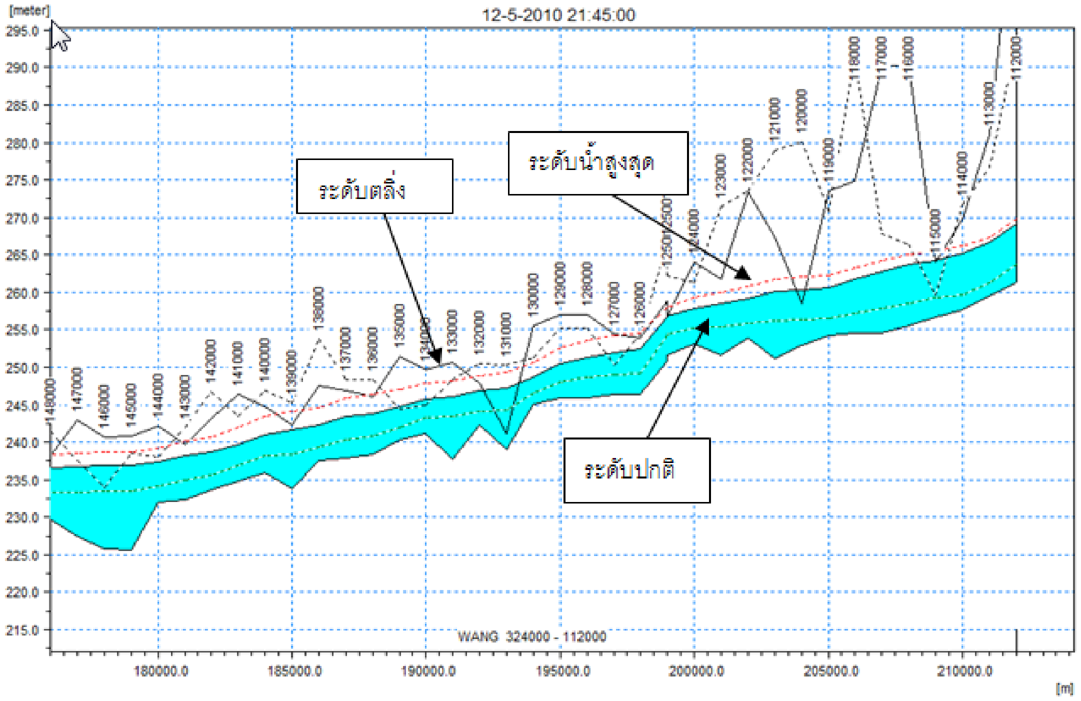
ภาพที่30 แสดงระดับน้ำเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดผ่านรูปตัดขวางลำน้ำบริเวณท้ายเขื่อนการศึกษาการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำ

การศึกษาการไหลทางด้านท้ายน้ำ

การวิเคราะห์ ปริมาณการไหลทางด้านท้ายน้ำเนื่องมาจากการพังทลายของเขื่อนกิ่วลมได้พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง (Manning’s n) สำหรับการไหล ของน้ำในลำน้ำต่างๆดังในตารางที่ ผลของการจำลองการไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำเนื่องมาจากการ พังทลายของเขื่อนกิ่วลมได้แสดงถึงระดับน้ำสูงสุด ระดับความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง และ เวลาที่เกิดระดับน้ำสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆของทางน้ำ ซึ่งแสดงในภาพ 30



ภาพที่ 31 แสดงระดับน้ำในรูปตัดตามยาวของแม่น้ำวัง

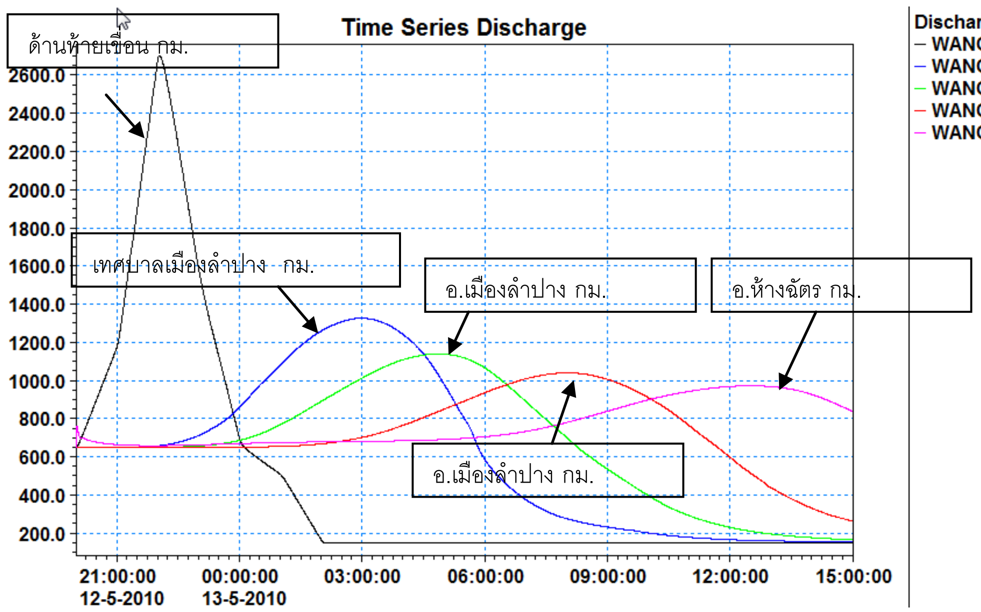


ภาพที่ 32 แสดงระดับน้ำในรูปตัดตามยาวของแม่น้ำวัง

จากภาพจะเห็นว่าน้ำในแม่น้ำแม่วังจะมีระดับที่สูงล้นตลิ่งมาก ซึ่งการได้รับน้ำจากแม่น้ำวังที่เกิดอุทกภัยเนื่องจากเกิดการพิบัติของเขื่อนกิ่วลมส่วนในแม่น้ำวังนั้นจะมีระดับที่ท่วมล้นตลิ่งในระดับน้ำที่ไม่สูงมากสูงในบริเวณกลางของแม่น้ำเป็นต้นไป ลำน้ำทางด้านท้ายน้ำสามารถรองรับปริมาณน้ำที่ล้นจากตัวเขื่อนได้

การจัดทำแผนป้องกันอุทกภัย

การจัดทำแผนป้องกันอุทกภัยจะจัดทำในส่วนของเวลาที่ใช้ในการอพยพเมื่อเกิดการพิบัติของเขื่อนกิ่วลมขึ้นในรูปแบบของกรณีที่ได้ทำการศึกษาโดยพิจารณาจาก กราฟน้ำท่าที่ได้ทำการคำนวณโดยแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (HD Module) โดยลักษณะของกราฟน้ำท่าเป็นไปตามภาพที่แสดง



ภาพที่ 33 แสดงกราฟปริมาณการไหลที่เวลาต่างๆที่ไหลผ่านแม่น้ำวัง

จากภาพที่ 33 นำกราฟน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (HD Module) มาทำแผนป้องกันอุทกภัยด้วยเวลาอพยพโดยนำเวลาจากกราฟน้ำท่า (lag time)ที่หลากผ่านไปยังจุดบริเวณต่างๆที่ทำการเตือนภัยโดยสรุปได้ดังตารางข้างล่างนี้ตารางที่ 5สรุปปริมาณการไหลและเวลาที่ใช้ในการอพยพซึ่งเกิดจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลม

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

1.สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนกิ่วลม โดยทำการศึกษาการพังของเขื่อนในลักษณะน้ำล้นข้ามสันเขื่อน เพื่อคำนวณปริมาณการไหลผ่านรอยแยกจากการพังของเขื่อน และชลศาสตร์□การไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำ สามารถสรุปได้□ดังต่อไปนี้

การจำลองการพังทลายของเขื่อนได้ทำการพิจารณาการพังแบบค่อยเป็นค่อยไป (Gradually Failure) ซึ่งจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร□การพังทลายของเขื่อน ที่มีผลต่อปริมาณ การไหลผ่านรอยแยกสูงสุด เวลาที่เกิดการไหลสูงสุดผ่านรอยแยก และรูปร่างสุดท้ายของรอยแยก

ค่าพารามิเตอร□ที่ได้ทำการพิจารณาในกรณีการเริ่มพังในลักษณะของน้ำไหลล้นข้ามสัน เขื่อน (Overtopping) ได้แก่□ ค่าดัชนีการกัดเซาะด้านข้าง (Side Erosion Index , x) ค่าความลาดชัน ด้านข้างของรอยแยก (Side Slope , ss) และค่าความกว้างเริ่มต้นของรอยแยก (Initial Breach Width ,B) ซึ่งได้กำหนดค่าไว้ในขอบเขตการศึกษาจากการคำนวณโดยแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์□ (HD Module) จะได้กราฟน้ำท่าที่เกิดจากการพังทลายของเขื่อนกิ่วลมในกรณีที่น้ำล้นข้ามสันเขื่อนดังในผลการทดลอง ซึ่งจะเห็นว่าน้ำมีปริมาณการไหลสูงสุดที่ 2750 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีและมีความจุจากอ่างเก็บน้ำเท่ากับ 112 ล้านลูกบาศก์เมตร ในเวลาตั้งแต่เริ่มต้นเกิดการพิบัติถึงจุดสูงสุดที่เวลา 3 ชั่วโมง 5 นาที จากการพังทลายของเขื่อนพบว่าปริมาณน้ำที่ไหลล้นข้ามสันเขื่อนไม่มากนัก และลำน้ำวังทางด้านท้ายน้ำมีความลึกและมีตลิ่งที่สูงมาก สามารถรองรับปริมาณน้ำที่ไหลล้นข้ามสันเขื่อนได้

จากการศึกษาการไหลด้านท้ายน้ำโดยการคำนวณแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์□ (HD Module) ได้ผลดังแสดงไว้ในผลการทดลอง ภาพที่ 31,32 ซึ่งจะเห็นว่าน้ำในเขื่อนกิ่วลมที่ไหลผ่านตัวโครงสร้างที่เกิดการพังทลายนั้นมีการหลากจนเกิดอุทกภัยโดยมีระดับน้ำสูงกว่าตลิ่งดังที่ได้แสดงไว้ในผลการทดลองแต่ไม่ส่งกระทบต่อลำน้ำวังทางด้านท้ายน้ำเพราะเนื่องจากปริมาณน้ำที่ล้นเขื่อนไม่มากนัก และลำน้ำด้านท้ายน้ำสามารถรองรับปริมาณน้ำได้

การจัดทำแผนป้องกันอุทกภัยจะใช้เวลาในการหลากของน้ำในลำน้ำไปทำการกำหนดเวลาในการอพยพซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 5 เพื่อเป็นการกำหนดเวลาในการเตือนภัยและและการอพยพ

ตารางที่ 5 แผนการเตือนภัยจากการพิบัติของเขื่อนกิ่วลม

Discharge	ที่ตั้ง	ปริมาณการไหลน้อยสุด	ปริมาณการไหลมากสุด	เวลาที่น้อยสุด	เวลาที่มากสุด	เวลาในการอพยพ
เขื่อนกิ่วลม	จ.ลำปาง	148.444	2700.955	13/05/10 2:10	12/05/10 22:02	0
เทศบาลเมือง กม.043+000	จ.ลำปาง	154.13	1326.174	13/05/10 15:00	13/05/10 2:58	4 ชม. 56 นาที
อ.เมือง กม.054+000	จ.ลำปาง	165.278	1139.21	13/05/10 15:00	13/05/10 4:52	6 ชม. 50 นาที
อ.เมือง กม.054+000	จ.ลำปาง	262.715	1039.349	13/05/10 15:00	13/05/10 8:01	9 ชม. 59 นาที
อ.ห้างฉัตร กม.124+000	จ.ลำปาง	650	971.788	12/05/10 20:00	13/05/10 12:29	14 ชม. 27 นาที

2. ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนกิ่วลม เพื่อให้ได้□ผลการวิเคราะห์ทางด้านท้ายน้ำมีผลการศึกษาที่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นจึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

เนื่องจากเขื่อนกิ่วลมได้□มีการก่อสร้างแล้วเสร็จเสร็จมาเป็นระยะเวลานาน ข้อมูล คุณสมบัติของวัสดุแกนเขื่อนจึงไม่□สามารถหาได้□ ดังนั้นเพื่อให้□ได□ผลการคำนวณปริมาณการไหล ผ่านรอยแยกที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ควรจะต้องมีการทดสอบใช้□วัสดุแกนเขื่อนของเขื่อนที่มีคุณสมบัติ ใกล้□เคียงกับเขื่อนกิ่วลมมาใช้□ในการจำลองการพังทลายของเขื่อน

เนื่องจากการขาดข้อมูลระดับดินในพื้นที่(DEM)ที่มีประสิทธิภาพทำให้การจำลองระดับน้ำไม่เป็นไปตามความเป็นจริงเท่าที่ควรทำให้ไม่สามารถจัดทำพื้นที่น้ำท่วมได้ ไม่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์

ข้อมูลในส่วนของรูปตัดขวางลำน้ำจะต้องมีการสำรวจที่การการปรับปรุงตลอดเวลาเพื่อให้ได้ผลที่มีความถูกต้องมากขึ้น และผลการทดลองไม่เกิดความคลาดเคลื่อนจึงต้องเอาข้อมูลล่าสุดมาทำการวิเคราะห์

ค่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning’s n สำหรับการไหลในแม่น้ำสายต่างๆจะต้องใช้ค่าปริมาณน้ำที่ได้จากสถานีวัดน้ำเพราะฉะนั้นควรเลือกสถานีวัดน้ำที่มีประสิทธิภาพและข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเพื่อได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

เนื่องจากการศึกษาการเกิดการพิบัติของเขื่อนกิ่วลมนี้เป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้น สถานการณ์ดังกล่าวอาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นจริงในอนาคต การศึกษาดังกล่าวเพื่อนเป็นแนวทางในการวิเคราะห์และป้องกันการเกิดสถานการณ์ในอนาคต

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

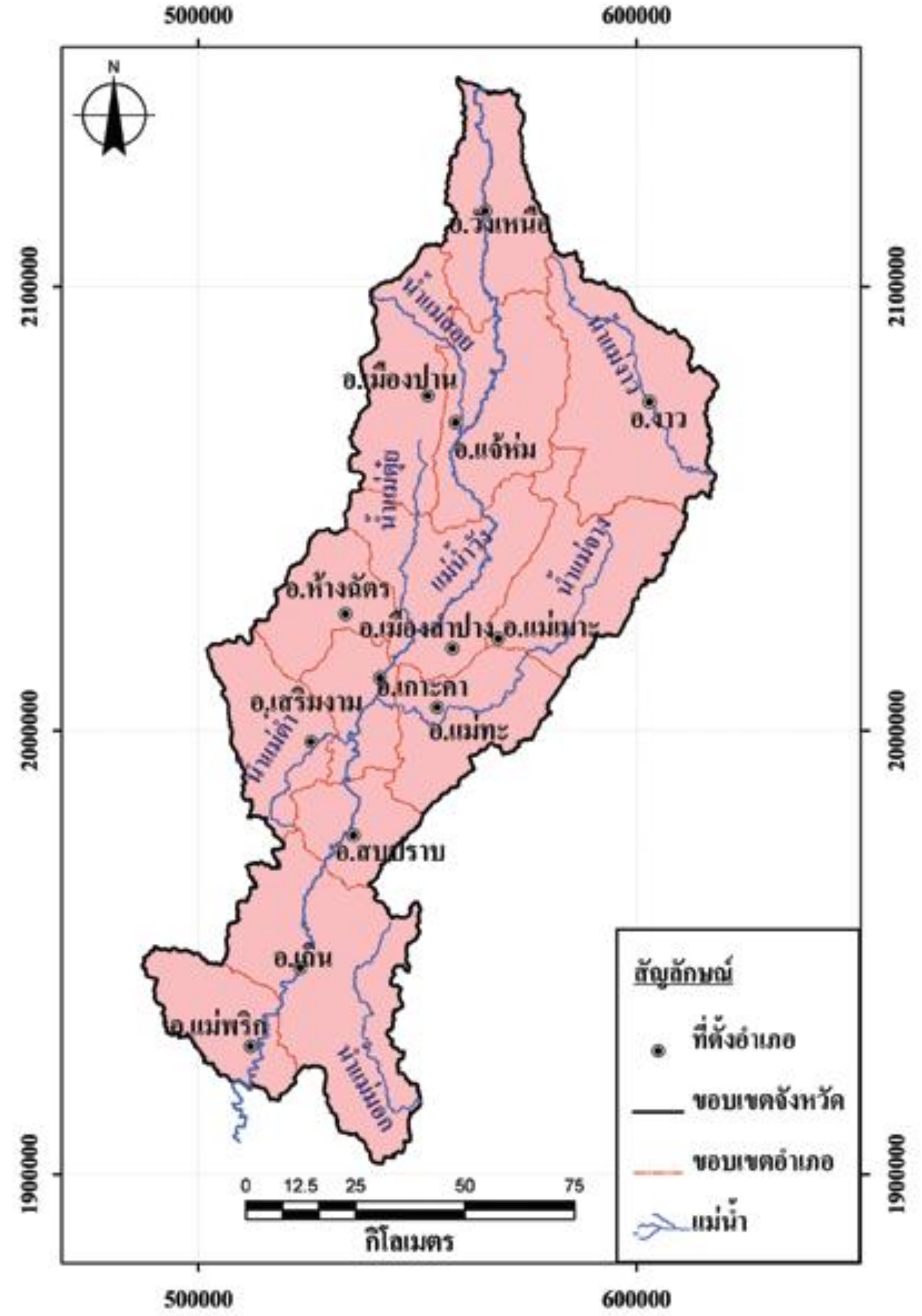
ไพฑูรย์ จิตรพรหม , การประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ เพื่อการคาดการณ์สถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ประจำปี พ.ศ.2551 Application of Hydrodynamic Model for Flood Forecasting in Chao Phraya River Basin for year of 2008

นายกฤษณะ จันทรคณา ,การตรวจสอบสภาพชลศาสตร์การไหลในลำน้ำเสียวใหญ่โดยใช้แบบจำลอง MIKE 11 Hydraulic Performance Examination of Flow through SiewYai River by MIKE 11 Model

ภูวดล วิชัยเมฆพัตร , การจำลองน้ำหลากเนื่องจากกรณีสมมติเขื่อนแควน้อยพิบัติ FLOOD SIMULATION DUE TO ASSUMED DAM-BREAK OF KHAEWNOI DAM

นายทรงกิจ สรรพกิจ , โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบสระพานน้ำ MICRO COMPUTER PROGRAM FOR DESIGN OF ELEVATED FLUME

ภาคผนวก ก.



ภาพผนวกที่ 1 แสดงขอบเขตการปกครองและลำน้ำที่สำคัญของจังหวัดลำปาง

ภาคผนวก ข.

อาคารระบายน้ำล้นแบบ Radial Gate

ระดับน้ำท้ายเขื่อน

ระดับน้ำเหนือเขื่อนกิ่วลม

•