

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลอง Nays2D Flood

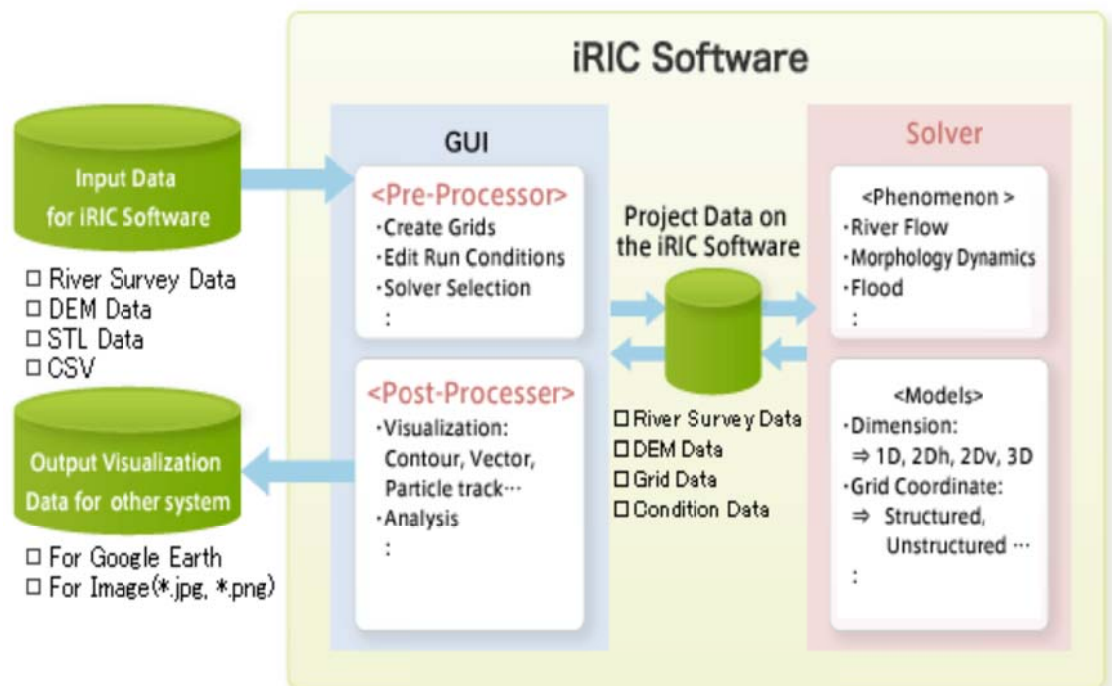
โปรแกรม Nays2D Flood เป็นโปรแกรมย่อย iRIC (International River Interface Cooperative) ซึ่งโปรแกรม Freeware นี้ต้นแบบได้รับพัฒนาโดย The Foundation of Hokkaido River Disaster Prevention Research Center (RIC) แห่งประเทศญี่ปุ่นและองค์กรอื่นๆ อีกหลายแห่ง โปรแกรม Nays2D Flood เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ชนิดสองมิติที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ศึกษาพฤติกรรมด้านชลศาสตร์การไหลของน้ำทั้งในแม่น้ำ ท่งน้ำหลาก และการไหลผ่านสิ่งกีดขวางหรือโครงสร้างทางชลศาสตร์ได้ทั้งภายใต้สภาวะการไหลแบบคงที่และแบบไม่คงที่ ซึ่งสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Freeware นี้พร้อมกับคู่มือการใช้งานได้จากเว็บไซต์ <http://i-ric.org/en/>

2.1.1 หลักการทำงานของโปรแกรม iRIC

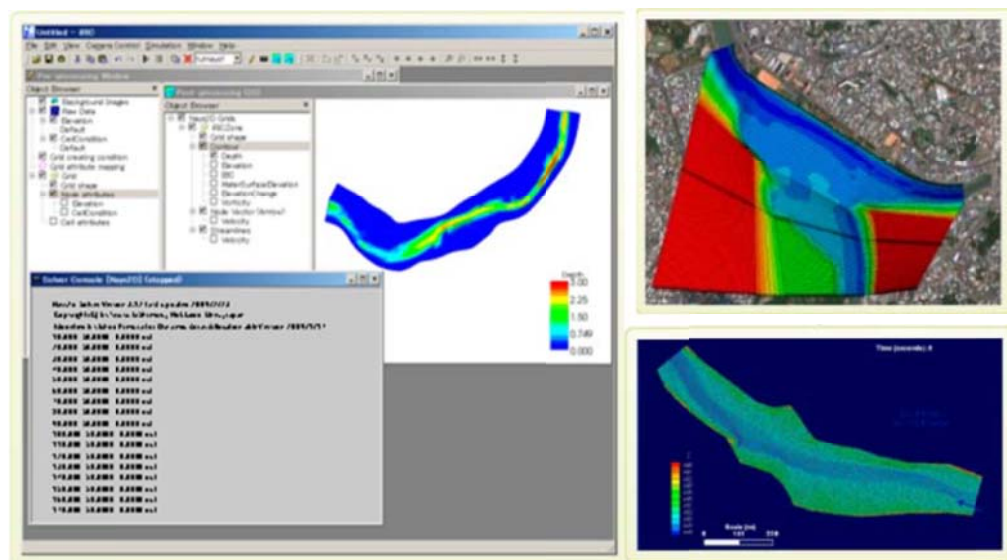
โปรแกรม iRIC แบ่งเป็นส่วนการจัดเตรียมข้อมูลและประมวลผลกลาง เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ง่าย มีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำสูง ส่วนการนำเสนอผลการคำนวณนั้นสามารถดึงข้อมูลผลเฉลยที่บันทึกเก็บไว้ในไฟล์มาแสดงเป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวร่วมกับรูปภาพ แผนที่และ/หรือภาพถ่าย สามารถนำเข้าไปภาพพื้นหลังเพื่อนำเสนอและแสดงผลการคำนวณต่างๆ บนนั้นได้โดยใช้โปรแกรมที่จัดเตรียมไว้ให้ และสามารถนำไฟล์รูปภาพข้างต้นไปสร้างเป็นไฟล์ *.kml เพื่อใช้แสดงบน Google Earth ได้ ทำให้สามารถมองเห็นเป็นภาพที่เข้าใจได้ง่ายมากขึ้น

โปรแกรม iRIC มีลักษณะของระบบโครงสร้างที่ออกแบบไว้โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนด้วยกันดังนี้ คือ (1) Pre-processor (2) Post-processor และ (3) Solver (รูปที่ 2.1) สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Freeware นี้พร้อมกับคู่มือการใช้งานได้จากเว็บไซต์ <http://i-ric.org/en/>

ในรูปที่ 2.2 แสดงลักษณะหน้าต่างการทำงานของ Pre-processor กับ Post-processor ของโปรแกรม iRIC ซึ่งหน้าต่างนี้จะใช้สำหรับสร้างกริดเพื่อใช้ในการคำนวณจากข้อมูลตำแหน่งพิกัด รูปตัดขวางและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำที่ได้จากการสำรวจ หรือจากข้อมูล DEM โดยจะใช้ GUI และ Visualized ที่จัดเตรียมไว้สำหรับจัดการข้อมูลข้างต้น นอกจากนั้นยังใช้สำหรับกำหนดค่าเริ่มต้นและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของการคำนวณด้วย เมื่อจัดเตรียมข้อมูลแล้วเสร็จก็จะสามารถ run โปรแกรมโดยใช้คือ Solver และผลการคำนวณจะถูกนำไปแสดงเป็นกราฟิกได้หลายรูปแบบทั้งที่เป็นปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ เช่น เส้นการไหล เวกเตอร์ทิศทางของการไหล เส้นชั้นความสูง และการเปลี่ยนแปลงสถานะฐานท้องน้ำ เป็นต้น และ/หรือมีความสามารถนำเสนอรูปภาพที่แสดงปริมาณหลายๆ

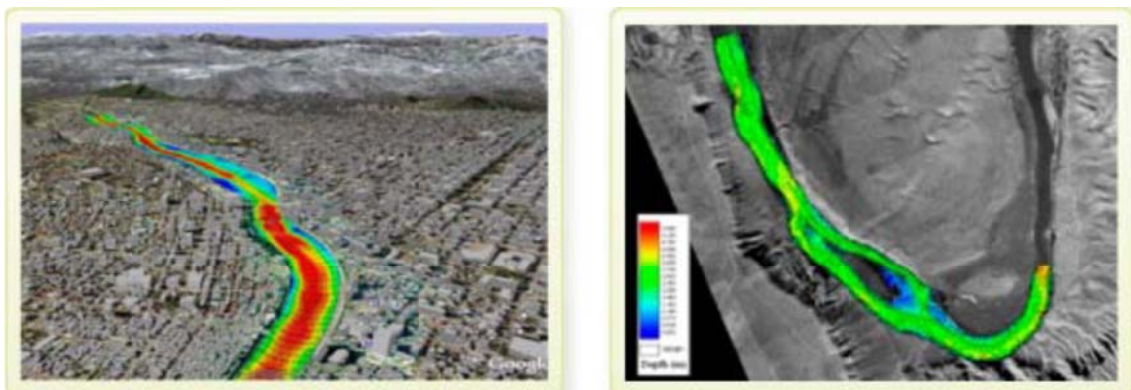


รูปที่ 2.1 ฟังก์ชันของระบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม iRIC
(ที่มา : <http://iRIC.org/en/introduction>)



(ก) หน้าต่างของ Pre-processor และการ run โปรแกรม

รูปที่ 2.2 หน้าต่างของ Pre-processor Post-processor และการ run โปรแกรมโดย Solver
(ที่มา : <http://iRIC.org/en/introduction>)



(ข) หน้าต่างของ Post-processor

รูปที่ 2.2 หน้าต่างของ Pre-processor Post-processor และการ run โปรแกรมโดย Solver (ต่อ)
(ที่มา : <http://iRIC.org/en/introduction>)

อย่างในรูปภาพเดียวกันได้ ไฟล์ของรูปภาพที่สร้างขึ้นนี้ จะสามารถนำไปบันทึกเก็บไว้ได้ในหลายรูปแบบ เช่น *.jpg และ *.png เป็นต้น นอกจากนั้นยังสามารถที่จะนำเอาไฟล์รูปภาพข้างต้นไปสร้างเป็นไฟล์ *.kml เพื่อใช้ลิงค์แสดงบน Google Earth ได้ด้วย สำหรับตัว Solver นั้นสร้างและออกแบบมาให้มีความยืดหยุ่นโดยที่ผู้ใช้งานอาจจะใช้โปรแกรมที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้จัดเตรียมไว้ให้เป็นภาษา Fortran90 หรือผู้ใช้งานเองสามารถพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาด้วยตัวเองก็ได้ เพียงแค่ใช้รูปแบบ (Format) ของข้อมูลป้อนเข้ากับข้อมูลจัดเก็บผลการคำนวณตามรูปแบบที่กำหนดไว้โดยผู้พัฒนาโปรแกรม iRIC ซึ่งได้แสดงตัวอย่างโปรแกรมพร้อมทั้งตัวอย่างรูปแบบไว้ให้แล้วในคู่มือการใช้งานตอนดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม เมื่อทำการดาวน์โหลดโปรแกรม iRIC จากเว็บไซต์แล้วให้ทำการติดตั้งโปรแกรมก็จะสามารถใช้งานได้ทันที โดยจะมีตัว Solver ชื่อ Nay2d Flood และตัวโปรแกรมอื่นๆ ติดมาด้วย

แบบจำลองคณิตศาสตร์ iRIC นี้แก้ระบบสมการการไหลน้ำตื้นชนิด 2 มิติบนระบบระนาบพิกัดแบบทั่วไปและกริดสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเวลาและสภาพการไหล สามารถใช้คำนวณเพื่อศึกษาพฤติกรรมกริดการไหลของน้ำได้ทั้งแบบคงที่และแบบไม่คงที่ เลือกคำนวณการไหลเป็นแบบไม่มีตะกอนหรือแบบมีตะกอนท้องน้ำและ/หรือตะกอนแขวนลอย มีการพังทลายของตลิ่งแม่น้ำกับสิ่งกีดขวางทางชลศาสตร์ รวมทั้งทางเลือกกรณีมีพืชหรือต้นไม้อยู่ในบริเวณพื้นที่การไหลรวมอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามโมดูลย่อยต่างๆ เหล่านี้ได้ถูกตัดเอาออกไปสำหรับโปรแกรม Nay2d Flood เพื่อให้โปรแกรมนี้นี้สามารถประมวลผลได้รวดเร็วมากขึ้น

2.1.2 ทฤษฎีพื้นฐาน

สมการพื้นฐานที่นำมาใช้ในโปรแกรม Nays2D Flood จะประกอบด้วยสมการการไหลต่อเนื่องและสมการโมเมนตัมของการไหลแบบน้ำตื้นชนิด 2 มิติ ซึ่งในระบบพิกัดแบบฉากสามารถเขียนได้ดังสมการที่ (2.1) – (2.3) ตามลำดับดังนี้คือ

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\nu \frac{\partial(hu)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\nu \frac{\partial(hu)}{\partial y} \right] \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\nu \frac{\partial(hv)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\nu \frac{\partial(hv)}{\partial y} \right] \quad (2.3)$$

โดยที่	h	คือ	ความลึก
	u, v	คือ	ความเร็วเฉลี่ยในแนวดิ่ง
	τ_x, τ_y	คือ	ความเค้นเฉือนในแนวแกน x กับ y
	ρ	คือ	ความหนาแน่นของน้ำ
	H	คือ	ค่าเสาระดับ ($H = z_b + h$)
	z_b	คือ	ระดับของท้องน้ำ
	ν	คือ	ความหนืดจลน์
	t	คือ	เวลา
	x, y	คือ	แนวแกนของระบบพิกัดแบบฉากตามทิศทางการไหลกับทิศทางตั้งฉาก

สำหรับพจน์ของความเค้นเฉือน τ_x, τ_y และความหนืดจลน์สามารถคำนวณได้จาก สมการที่ (2.4) – (2.5) ตามลำดับคือ

$$\tau_x = \rho C_d u \sqrt{u^2 + v^2}, \tau_y = \rho C_d v \sqrt{u^2 + v^2} \quad (2.4)$$

$$\nu = \frac{\kappa}{6} u_* h \quad (2.5)$$

โดยที่ C_d คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
 κ คือ ค่าคงที่ของ Karman (มีค่าเท่ากับ 0.4)
 u_* คือ ความเร็วเฉือน

ซึ่งสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของสมการที่ (2.6) คือ

$$u_* = C_d \sqrt{u^2 + v^2} \quad (2.6)$$

ซึ่งสมการพื้นฐานที่ได้แสดงไว้ข้างต้นในระบบพิกัดฉาก (x, y) จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของระบบพิกัดแบบทั่วไป (General coordinate system) และแก้ระบบสมการเพื่อหาผลเฉลยโดยใช้ระเบียบวิธีเชิงจำนวนผลต่างสืบเนื่อง (Finite difference method: FDM) ตามแบบวิธี CIP (Cubic interpolation pseudoparticle) แต่อย่างไรก็ตามในโปรแกรม iRIC นั้นสามารถเลือกใช้แบบวิธี Upwind ที่มีความแม่นยำน้อยกว่าแต่สามารถย่นลดระยะเวลาในการคำนวณให้สั้นลงได้ และสามารถเลือกใช้วิธีการคำนวณการไหลแบบปั่นป่วนได้ 3 แบบคือ (1) ค่าความหนืดคงที่ (2) 0-Equation และ (3) k-ε model การเลือกใช้โมเดลตามตัวเลือกต่างๆ ข้างต้นนั้นขึ้นอยู่กับความแม่นยำที่ผู้ใช้งานตามต้องการ และตามความซับซ้อนของพฤติกรรมทางพลศาสตร์ของการไหลที่ต้องการศึกษาด้วย

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านอุตุ – อุทกวิทยา

น้ำท่วมเป็นปรากฏการณ์ที่น้ำในแม่น้ำมีปริมาณมากกว่าปกติ และไหลล้นตลิ่งไปท่วมบริเวณพื้นที่ที่ไม่ต้องการให้ท่วมจนก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน และเป็นธรรมชาติของทางน้ำซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่สามารถที่บรรเทาความเสียหายให้น้อยลงได้ ถ้าวิศวกรที่ออกแบบระบบระบายน้ำต่างๆ สามารถที่คาดคะเนน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยต้องอาศัยข้อมูลสถิติทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา เพื่อวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝน วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่า และ วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำหลาก ของบริเวณพื้นที่โครงการและบริเวณข้างเคียง ที่ต้องการศึกษา ข้อมูลทางอุทกวิทยาเป็นข้อมูลที่ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระมากมาย และมีความสัมพันธ์ต่อกันที่ค่อนข้างซับซ้อน ดังนั้นต้องมีการศึกษาและทำความเข้าใจถึงข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่เก็บได้นั้นเป็นข้อมูลเชิงสถิติ และยังพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ข้อมูลทางอุทกวิทยาสามารถวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อคุณลักษณะของข้อมูลจากตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean)

เป็นตัววัดถึงค่าโน้มน้าวส่วนกลาง (Central tendency) ค่าโน้มน้าวส่วนกลางนี้อาจจะวัดได้จากค่าตรงกลางหรือมัธยฐาน (Median) ค่าที่ซ้ำกันมาก ๆ หรือฐานนิยม (Mode) และค่าเฉลี่ยน้ำหนัก (Weighted mean) มีสมการดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad (2.7)$$

เมื่อ

$\bar{X}$	คือ	ค่าเฉลี่ย
X_i	คือ	ค่าตัวแปร
N	คือ	จำนวนข้อมูล

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เป็นตัววัดการกระจายของข้อมูล X_i จากค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ มีสมการคำนวณดังนี้

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (2.8)$$

เมื่อ

S_x	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\bar{X}$	คือ	ค่าเฉลี่ย
X_i	คือ	ค่าตัวแปร
N	คือ	จำนวนข้อมูล

2.2.1 การศึกษาปริมาณน้ำหลากสูงสุด

วิธีคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดมีหลายวิธี แต่ละวิธีต้องการข้อมูลแตกต่างกันออกไป แต่ส่วนใหญ่ต้องการข้อมูลปริมาณน้ำฝนและคุณสมบัติต่างๆ ของลุ่มน้ำ วิธีที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ได้แก่ วิธี Rational Method (ใช้สถิติข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลลักษณะของลำน้ำวิธีนี้เหมาะกับพื้นที่รับน้ำฝนขนาดเล็กที่มีขนาดไม่เกิน 10 ตร.กม.และไม่มีข้อมูลปริมาณน้ำท่วมที่วัดในสนาม) วิธี Unit Hydrograph (ใช้สถิติข้อมูลน้ำฝน) วิธี Manning วิธี Slope-Area และ วิธีประเมินจากปริมาณน้ำนองสูงสุดของพื้นที่รับน้ำฝนหนึ่งหน่วยพื้นที่ เป็นต้น ในการศึกษาที่นี้จะกล่าวถึงวิธีการออกแบบปริมาณน้ำนองสูงสุดด้วยวิธี Unit Hydrograph

วิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph Method) เป็นวิธีการหนึ่งที่จะสามารถทำการคาดการณ์และเตือนภัยด้านท้ายน้ำได้ เมื่อใช้ประกอบกับปริมาณน้ำฝนใช้การที่ตรวจวัดได้ในเวลาจริง (Real Time) ถึงแม้จะแก้ไขหรือป้องกันไม่ได้ทั้งหมด แต่ก็สามารถลดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินได้ เพราะกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่ประเมินได้จากฝนใช้การ จะทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำนองสูงสุด (Flood Peak) และปริมาตรน้ำนองสูงสุด (Flood Volume) ได้ในแต่ละพายุฝนที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุดสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนระหว่าง 10 ถึง 2,500 ตร.กม. โดยการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph) คำนวณได้จากพารามิเตอร์ กลุ่มน้ำ-ลำน้ำ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (T_p) กับอัตราส่วน $LL_c / \sqrt{S}$ และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝน (Q_p / A) กับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (T_p) โดยค่าตัวแปรต่างๆแสดงไว้ในรูปสมการดังต่อไปนี้

$$T_p = a(LL_c / \sqrt{S})^b \quad (2.9)$$

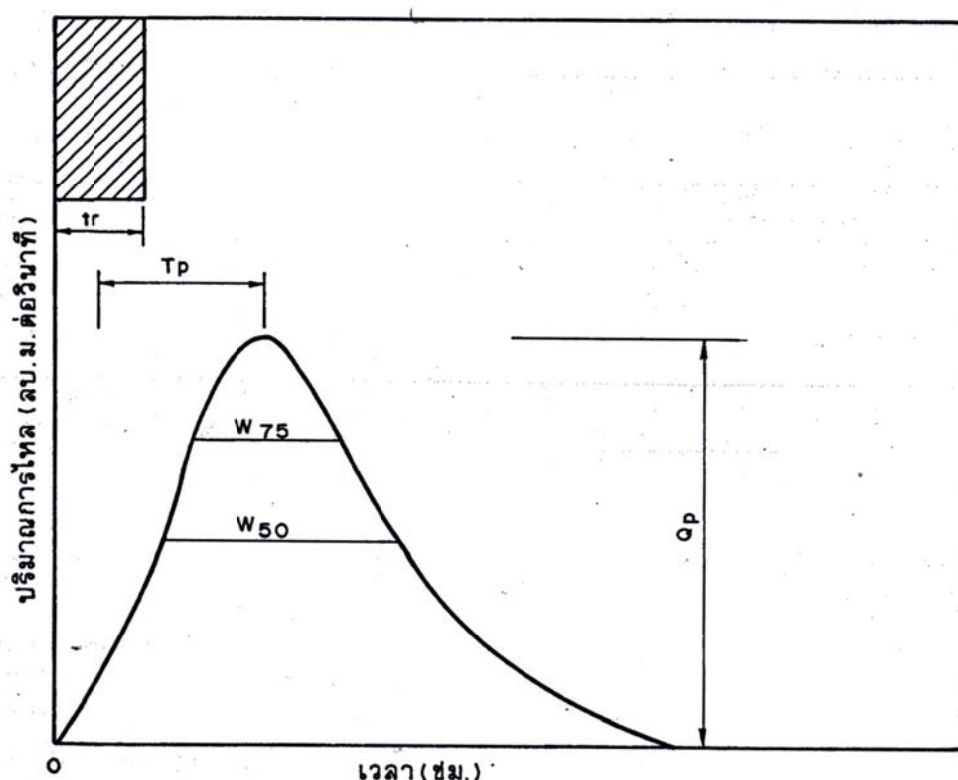
$$Q_p / A = c(T_p)^d \quad (2.10)$$

โดยที่	T_p	คือ	เวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำท่า (ชั่วโมง)
	Q_p	คือ	ปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตร/วินาที/มิลลิเมตร)
	A	คือ	พื้นที่รับน้ำฝน (ตารางกิโลเมตร)
	L	คือ	ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ (กิโลเมตร)
	L_c	คือ	ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนลำน้ำที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของกลุ่มน้ำมากที่สุด (กิโลเมตร)
	S	คือ	ความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำสายใหญ่
	a, b, c, d	เป็นค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชัน	ซึ่งจะต้องคำนวณหาจากข้อมูลที่มีอยู่จริงในแต่ละกลุ่มน้ำ

ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวข้างต้นอันได้แก่ ค่าพื้นที่รับน้ำฝน (A) ค่าความยาวลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ (L) ค่าความยาวลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุดบนลำน้ำที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของกลุ่มน้ำมากที่สุด (L_c) และค่าความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำสายใหญ่ (S) หาได้จากการวัดในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

$$\text{Standard Duration ของฝนใช้การ } (t_r) \quad t_r = t_p / 5.5 \quad (2.11)$$

เมื่อ t_r คือ Standard Duration ของฝนใช้การ



รูปที่ 2.3 รูปแบบของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า
(ที่มา : เอกสารอ้างอิง [9])

2.2.2 การออกแบบฝนสำหรับปริมาณน้ำหลาก

การคำนวณออกแบบพายุฝน ที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ โดยอาศัยสถิติข้อมูลน้ำฝนที่มีการตรวจวัด ใน การศึกษารูปแบบการกระจายของฝน (Temporal Rainfall Distribution) ในเขตพื้นที่โครงการที่ศึกษา นำมาวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดฝนสูงสุด 1 วัน ที่รอบปีต่างๆ ได้จากสมการทั่วไปดังนี้

$$R_t = (R_T/24) (24/t)^n \quad (2.12)$$

เมื่อ

R_t คือ ฝนสูงสุดที่ 1 ชั่วโมง ในรอบการเกิดซ้ำ T ปี, มม./ชม.

R_T คือ ฝน 1 วันสูงสุดในรอบการเกิดซ้ำ T ปี, มม.

t คือ เวลา, ชม.

n คือ ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งจะแปรตามรอบปีการเกิดซ้ำ

2.2.3 การเคลื่อนตัวของน้ำท่วม (Flood Routing)

Flood Routing คือ วิธีการคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับคำนวณ Outflow Hydrograph ทางด้านท้ายน้ำ เมื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะทางกายภาพของ Storage และ Input หรือ Inflow Hydrograph

วิธีการ Flood Routing สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกัน คือ Reservoir Routing และ Channel Routing (วีระพล แต่สมบัติ, 2540)

Reservoir Routing คือวิธีการที่จะใช้ศึกษาพฤติกรรมของคลื่นน้ำหลากโดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ ตามเวลาและสถานที่ไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งเป็นวิธีที่แสดงให้เห็นถึงการลดลงของขนาดคลื่นน้ำหลาก และเวลาการเกิดปริมาณน้ำสูงสุดในการเคลื่อนที่ของกราฟน้ำท่าที่ไหลเข้ามาสู่อ่างเก็บน้ำ และไหลออกจากอ่างเก็บน้ำในเวลาต่อมา

1. หลักของวิธีการ Reservoir Routing มีดังนี้

- ปริมาตรของน้ำในอ่างเก็บน้ำจะมากขึ้น หรือระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณน้ำไหลเข้ามาสู่อ่างเก็บน้ำ
- เมื่อระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นปริมาณการไหลออกจากอ่างเก็บน้ำก็จะเพิ่มขึ้นด้วย การไหลออกจากอ่างเก็บน้ำจะทำให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลง
- ถ้าหากว่าปริมาณน้ำไหลเข้าและปริมาณน้ำไหลออกในเวลาใด ๆ ไม่เท่ากันแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของน้ำในอ่างเก็บน้ำ

2. ข้อมูลที่ใช้คำนวณเกี่ยวกับวิธีการ Routing

- กราฟปริมาณน้ำไหลเข้า (Inflow Hydrograph) ที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุด ที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ต้องการพิจารณา
- ลักษณะทางกายภาพของ Storage และ Outlets ของอ่างเก็บน้ำ คือ โค้งความจุของอ่างเก็บน้ำ และโค้งปริมาณน้ำไหลออกจากทางระบายน้ำที่ระดับน้ำต่าง ๆ

3. วิธีการวิเคราะห์ Reservoir Routing

วิธีการวิเคราะห์ Reservoir Routing สมการพื้นฐานที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ Reservoir Routing ตามสมการที่ (2.13) และ (2.14) ดังนี้คือ

จากสมการ Water Balance (Inflow rate - Outflow rate) Δt = Storage change (ΔS) หรือ $(I - O) = \Delta S / \Delta t$ สำหรับช่วงเวลาใด ๆ $\Delta t = t_2 - t_1$ และอัตราการไหลโดยเฉลี่ยเท่ากับ $I_{av} = (I_1 + I_2) / 2$ และ $O_{av} = (O_1 + O_2) / 2$ การเปลี่ยนแปลงความจุที่ Δt คือ $\Delta S = S_2 - S_1$ ดังนั้น $(I_1 + I_2) / 2 - (O_1 + O_2) / 2 = (S_2 - S_1) / \Delta t$ จัดสมการใหม่ให้อยู่ในรูป

$$(S_2 / \Delta t + O_2 / 2) = (S_1 / \Delta t - O_1 / 2) + (I_1 + I_2) / 2 \quad (2.13)$$

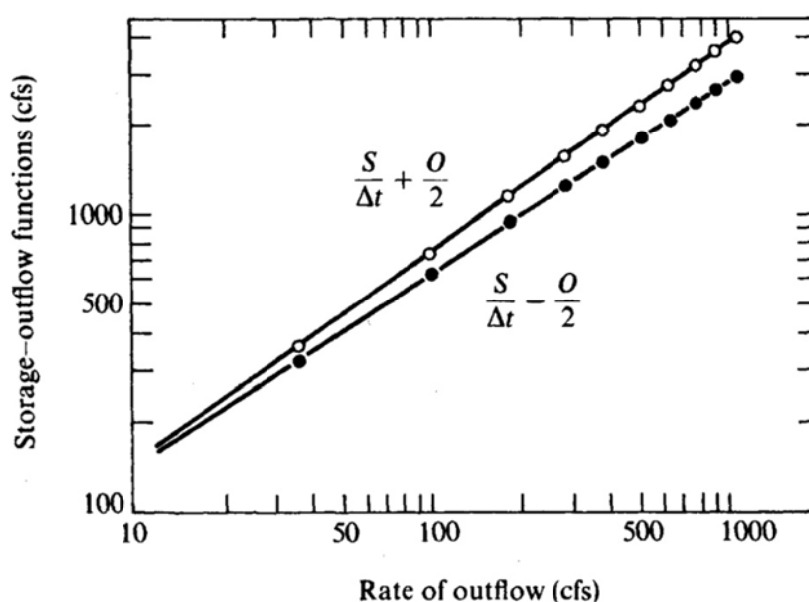
เมื่อ

- I คือ ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ, ล้าน ลบ.ม.
 O คือ ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำผ่านทางอาคารระบายน้ำล้น,
 ล้าน ลบ.ม.
 ΔS คือ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่เปลี่ยนแปลง, ล้าน ลบ.ม.
 Δt คือ สำหรับช่วงเวลาใดๆ

จากสมการดังกล่าว เราทราบ I_1 , I_2 , และ $(S_1/\Delta t - O_1/2)$ และเราต้องการหาค่าทางฝั่งซ้ายของสมการ
 เมื่อเราสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับน้ำและ S กับ O แล้ว เราจะสามารถหาค่า $S/\Delta t - O/2$ และ $S/\Delta t + O/2$ ได้ แล้วจึงนำไปพล็อตกราฟกับ O ดังตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.4

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ (H) ความจุน้ำ (S) และปริมาณน้ำระบายออก (O)

H (m)	S (10^6 m^3)	O (m^3/s)	$S/\Delta t$ (m^3/s)	$S/\Delta t - O/2$ (m^3/s)	$S/\Delta t + O/2$ (m^3/s)
0.15	0.07	1.1			
0.3	0.14	2.9			
0.45	0.21	5.3			



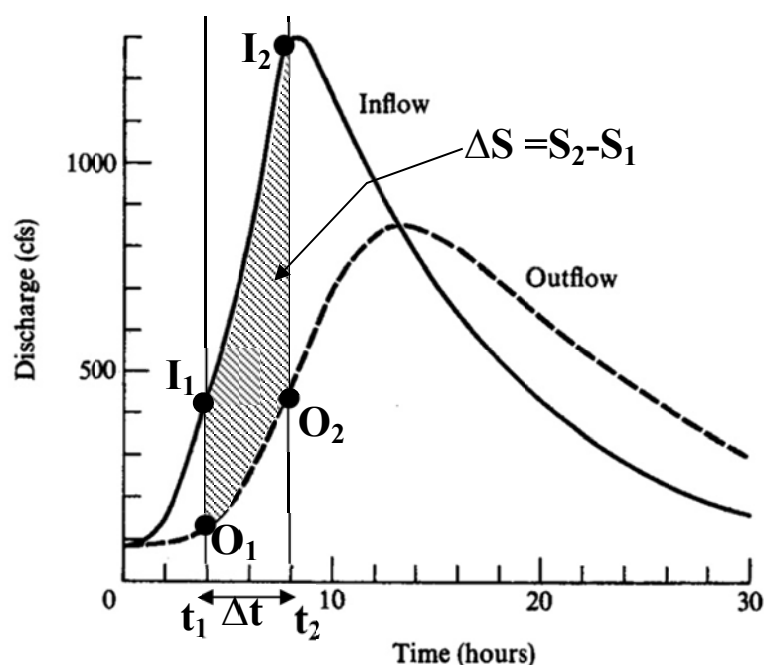
รูปที่ 2.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง O และ $S/\Delta t - O/2$ และ $S/\Delta t + O/2$
 (ที่มา : Chow.V.T., 1988)

จากตารางที่ 2.1 และกราฟในรูปที่ 2.4 เราจะสามารถคำนวณค่าในตารางที่ 2.2 ได้ โดย $(I_1 + I_2)/2$ เราสามารถคำนวณได้ จากนั้นสมมุติค่า $O = I$ ที่ $t = 0$ แล้วคำนวณหา $S_1/\Delta t - O/2$ นำไปเป็นค่าตั้งต้นในการคำนวณช่วงเวลาถัดไป โดยคำนวณหา $S_2/\Delta t - O/2$ จากสมการ $(S_2/\Delta t + O_2/2) = (S_1/\Delta t - O_1/2) + (I_1 + I_2)/2$ จากนั้นหาค่า O จากกราฟ แล้วคำนวณหา $S_1/\Delta t - O/2$ นำไปเป็นค่าตั้งต้นในการคำนวณช่วงเวลาถัดไป ทำซ้ำเช่นนี้จนครบช่วงเวลาที่กำหนด รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนการคำนวณ Reservoir Routing

	A	B	C	D	E	F
1	t	I	$(I_1 + I_2)/2$	$S_1/\Delta t - O/2$	$S_2/\Delta t + O/2$	O
2	(hr)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
3	0	2.6	-----	-----	-----	2.6
4	2	4.1				
5	4	12.5				

จากผลการคำนวณตามตัวอย่าง เมื่อ Flood เคลื่อนตัวผ่านอ่างเก็บน้ำ รูปร่างกราฟน้ำท่าของ Flood จะเปลี่ยนแปลงไป โดยอ่างเก็บน้ำจะสามารถเลื่อนเวลาการเกิด Peak (Peak Time Delay) และลดขนาดของ Peak (Peak Attenuation) ได้แสดงดังภาพที่ 2.5



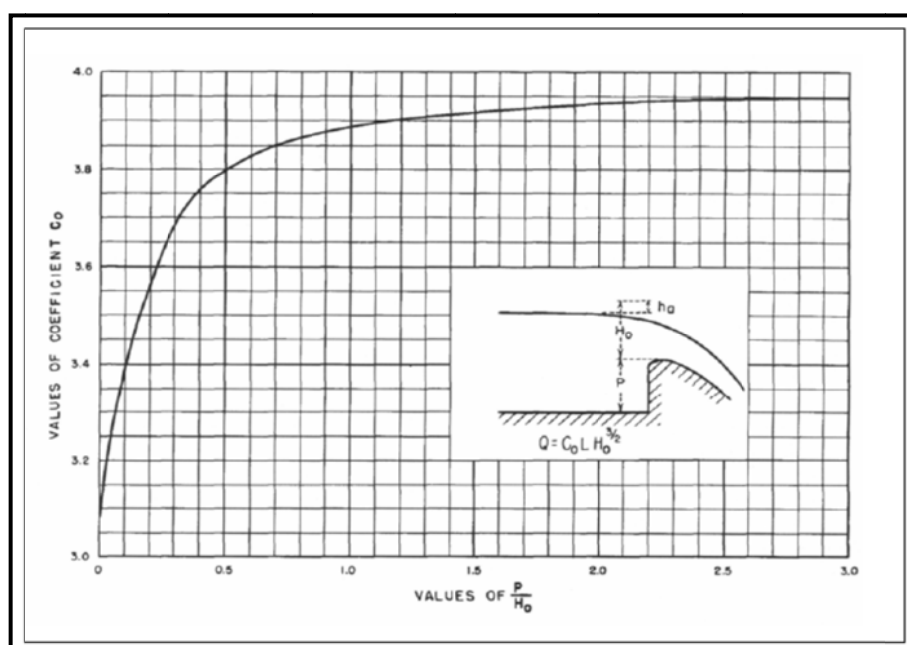
รูปที่ 2.5 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำไหลเข้า และไหลออกจากการคำนวณ Reservoir Routing
(ที่มา : Chow.V.T., 1988)

อัตราการไหลของน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้น (Spillway) สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการของฝาย เนื่องจากโดยปกติทั่วไป อาคารระบายน้ำล้นจะมีลักษณะเป็นฝาย อัตราการระบายน้ำผ่าน Spillway คำนวณจากสมการดังนี้

$$Q = 0.552 CLH^{3/2} \quad (\text{ระบบเมตริก}) \quad (2.14)$$

เมื่อ

- Q คือ อัตราการระบายน้ำผ่าน Spillway , ลบ.ม./วินาที
- L คือ ความยาวของ Spillway, ม.
- H คือ ความสูงของน้ำเหนือระดับสัน Spillway
- C คือ สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านสัน Ogee (ดูรูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 แสดงการหาสัมประสิทธิ์ C สำหรับคำนวณปริมาณน้ำทำไหลผ่าน Spillway
(ที่มา : Design of small dams, 1973)

2.3 รายละเอียดโครงการพัฒนาลุ่มน้ำเลย

เมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2520 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้อธิบดีกรมชลประทานพร้อมด้วยเจ้าหน้าที่ชลประทานเข้าเฝ้าที่พระราชตำหนักภูพานราชนิเวศน์ และมีพระราชดำริให้กรมชลประทานพิจารณาโครงการชลประทานลุ่มน้ำเลย อันประกอบด้วย เขื่อนน้ำเลย ที่บ้านห้วยกะโปะ เขื่อนห้วยน้ำทบที่บ้านโพนงาม (47 QGV 830-080) และเขื่อนห้วยน้ำลายที่บ้าน

อุปโภค เพื่อจัดหาน้ำให้ราษฎรในลุ่มน้ำเลยทำการเพาะปลูกได้ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งและมีน้ำใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคได้ตลอดปีด้วย

ในปี 2539 กรมชลประทานได้ว่าจ้างสถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ให้ทำการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักงานพัฒนาและปรับปรุงแหล่งน้ำทั่วประเทศ และดำเนินการแล้วเสร็จในเดือนมิถุนายน 2541 ซึ่งได้สรุปแผนหลักงานพัฒนาแหล่งน้ำจังหวัดเลย ที่ควรดำเนินการประกอบด้วย 5 โครงการ คือ อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำซอก อ่างเก็บน้ำเลย อ่างเก็บน้ำต้นน้ำพอง อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำทบ และอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำลาย

เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2547 ฯพณฯ นายกรัฐมนตรี พ.ต.ท.ทักษิณ ชินวัตร พร้อมคณะได้เดินทางมาตรวจราชการที่จังหวัดเลย ซึ่งจังหวัดเลยได้ขอรับการสนับสนุนงบประมาณก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ 4 แห่ง อันได้แก่ อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำทบ อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำลาย อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำซอก และอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำซอก ดังแสดงในรูปที่ 2.7 นั้น ฯพณฯ นายกรัฐมนตรีได้อนุมัติและเห็นชอบให้กรมชลประทาน ดำเนินการจัดทำรายละเอียดโครงการ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ตั้งเป้าไว้ว่า ภายในระยะเวลา 5 ปี จะพัฒนาแหล่งน้ำโดยการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดกลางและขนาดเล็กให้เกิดขึ้นทั่วประเทศ เพราะเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาแหล่งน้ำในลักษณะนี้ ซึ่งสอดคล้องกับการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และจะทำให้ประเทศไทยไม่มีปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำหรือปัญหาน้ำท่วม

2.3.1 โครงการอ่างเก็บน้ำน้ำเลยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ที่ตั้งห้วงงาน อยู่บริเวณบ้านสวนปอ ตำบลแก่งศรีภูมิ อำเภอภูหลวง จังหวัดเลย แผนที่ 1:50,000 ระวาง 5343 III พิกัด 839-862 เส้นรุ้ง $17^{\circ}-02' - 32''$ เหนือ เส้นแวง $101^{\circ}-40' - 00''$ ตะวันออก ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ลักษณะโครงการ โครงการอ่างเก็บน้ำน้ำเลย เป็นโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในเขต จังหวัดเลย มีลักษณะโครงการเป็นเขื่อนดินกั้นลำน้ำเลย ทำหน้าที่กักเก็บน้ำไว้เพื่อการชลประทาน การอุปโภค - บริโภค และอื่นๆตามวัตถุประสงค์ โดยกำหนดโครงการจากการศึกษาเปรียบเทียบแนวทางพัฒนาลักษณะการใช้น้ำ และการผันน้ำซึ่งผลการศึกษาได้เลือกห้วงงาน ที่บ้านสวนปอ ตำบลแก่งศรีภูมิ อำเภอภูหลวง ซึ่งมีความเหมาะสมทั้งในด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐกิจและด้านผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์และมียลัษณะห้วงงานโครงการโดยสังเขปดังนี้

ข้อมูลทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ

พื้นที่รับน้ำเหนือจุดที่ตั้งห้วงงาน	438	ตร.กม.
ความยาวลำน้ำจากต้นน้ำถึงห้วงงาน	242	กม.
ปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างฯ เฉลี่ยตลอดปี	219.45	ล้าน ลบ.ม.

ปริมาณน้ำหลากในรอบ 500 ปี

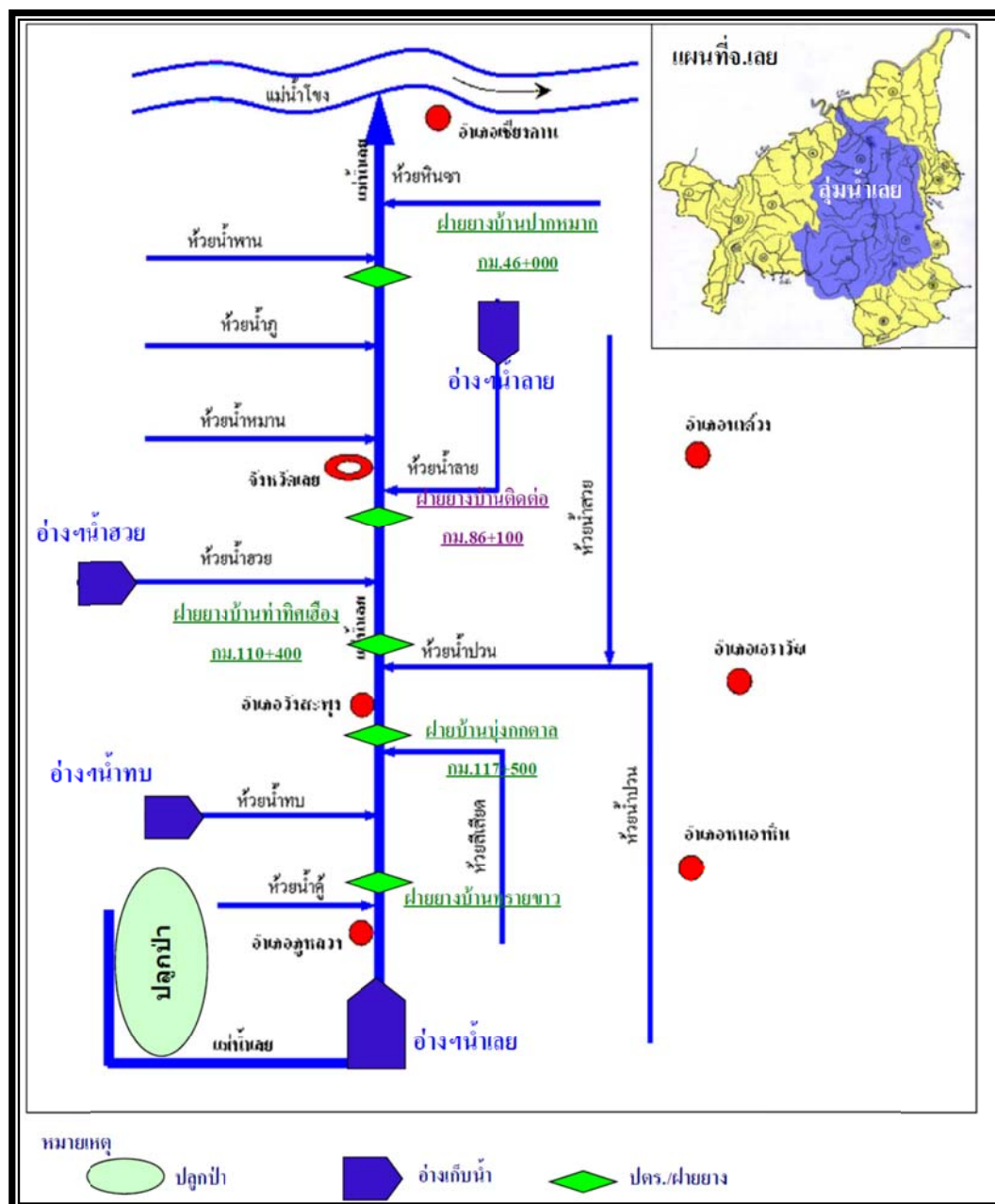
1,260

ลบ.ม./วินาที

ระดับน้ำเก็บกักปกติ

+ 293.50

ม.รทก.



รูปที่ 2.7 ภาพแสดงรายละเอียดโครงการพัฒนากลุ่มน้ำเลย

(ที่มา : กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549)

ระดับน้ำเก็บกักสูงสุด

+ 296.44

ม.รทก.

ระดับน้ำเก็บกักต่ำสุด

+ 283.00

ม.รทก.

ความจุอ่างเก็บน้ำที่ระดับสูงสุด

48,984

ล้านลบ.ม.

ความจุอ่างเก็บน้ำที่ระดับเก็บกักปกติ	35.807	ล้าน ลบ.ม.
ความจุอ่างเก็บน้ำที่ระดับต่ำสุด	5.858	ล้าน ลบ.ม.
ปริมาณน้ำใช้การ	29.949	ล้าน ลบ.ม.
พื้นที่น้ำท่วมที่ระดับเก็บกักสูงสุด	4.40	ตร.กม.
พื้นที่น้ำท่วมที่ระดับเก็บกักปกติ	3.85	ตร.กม.
พื้นที่น้ำท่วมที่ระดับต่ำสุด	1.37	ตร.กม.

ข้อมูลทางกายภาพของเขื่อน

ชนิดของเขื่อน	เขื่อนดิน (Zone Type)	
ระดับสันเขื่อน	+298.50	ม.รทก.
ความลาดด้านเหนือน้ำ	1 : 3	
ความลาดด้านท้ายน้ำ	1 : 2.5	
ปริมาตรดินถมตัวเขื่อน	366,500	ลบ.ม.
ความสูงเขื่อนดิน	30.80	ม.
ความยาวเขื่อน	604.00	ม.
ความกว้างฐานเขื่อนมากที่สุด	155.00	ม.
ความกว้างสันเขื่อน	8.00	ม.

อาคารประกอบ

อาคารระบายน้ำสันชนิดของอาคาร	Uncontrolled Overflow Ogee Crest	
ความยาวสันอาคารระบายน้ำสัน	105	ม.
ความกว้างทางระบายน้ำด้านท้ายอาคาร	45	ม.
ความสามารถในการระบายน้ำหลาก	1,160	ลบ.ม./วินาที
ความสูงระดับน้ำหลาก (Flood Surcharge)	3.03	ม.

อาคารท่อน้ำฝั้งซ้าย

ชนิดของอาคาร	ท่อเหล็กเหนียวหุ้มคอนกรีต	
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	1.20	ม.
ความสามารถในการส่งน้ำ	3.95	ลบ.ม./วินาที

อาคารท่อน้ำฝั้งขวา

ชนิดของอาคาร	ท่อเหล็กเหนียวหุ้มคอนกรีต	
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	1.50	ม.
ความสามารถในการส่งน้ำ	4.51	ลบ.ม./วินาที

2.3.2 โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำทบ

ที่ตั้งห้วยงาน อยู่ในเขตพื้นที่ตำบลทรายขาว อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย อยู่ประมาณเส้นรุ้งที่ $17^{\circ} 16'33''$ เหนือเส้นแวงที่ $101^{\circ}37'36''$ ตะวันออกหรือพิกัด 47 QQV 793-117 ในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระวัง 5343 IV ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำทบ มีลักษณะเป็นเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดกลาง มีความจุอ่างประมาณ 7.43 ล้านลูกบาศก์เมตร มีขนาดพื้นที่น้ำท่วมประมาณ 439 ไร่ ที่ระดับเก็บกักสูงสุด + 306.35 ม.(รทก.) และมีขนาดพื้นที่น้ำท่วม 375 ไร่ ที่ระดับเก็บกักปกติ + 305.000 ม.(รทก.) พื้นที่อ่างเก็บน้ำ ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอวังสะพุง ตัวเขื่อนเป็นเขื่อนดินแบ่งส่วน ประกอบด้วยอาคารระบายน้ำล้น อาคารท่อนส่งน้ำฝั่งซ้ายเข้าคลองชลประทาน อาคารท่อนส่งน้ำฝั่งขวาเข้าคลองชลประทานและระบายน้ำลงลำน้ำเดิม และมีลักษณะห้วยงานโครงการโดยสังเขปดังนี้

ข้อมูลทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ

พื้นที่รับน้ำฝน	79.00	ตร.กม.
ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปี	1,134.00	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยต่อปี	126.20	วัน
อัตราการกัดเซาะเฉลี่ยต่อปี	1,512.80	มม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเฉลี่ยต่อปี	63.23	ล้าน ลบ.ม.
ระดับสูงสุด	+306.37	ม.รทก.
ระดับน้ำเก็บกักปกติ	+305.00	ม.รทก.
ระดับน้ำต่ำสุด	+282.50	ม.รทก.
ความจุอ่างที่ระดับน้ำสูงสุด	8.51	ล้าน ลบ.ม.
ความจุอ่างที่ระดับเก็บกักปกติ	7.43	ล้าน ลบ.ม.
ความจุอ่างที่ระดับน้ำต่ำสุด	0.36	ล้าน ลบ.ม.

ข้อมูลทางกายภาพของเขื่อน

ชนิดของเขื่อน	เขื่อนดิน (Zone Type)	
สันเขื่อน	+308.30	ม.รทก.
ความกว้าง	9.00	เมตร
ความสูงเขื่อน	33.00	เมตร
ความยาวเขื่อนประมาณ	326.20	เมตร
ลาดเขื่อนด้านเหนือ	1 : 3	
ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ	1 : 2.5	

ปริมาตรวัสดุถมตัวเขื่อนประมาณ	1.1	ล้าน ลบ.ม.
-------------------------------	-----	------------

อาคารประกอบ

อาคารระบายน้ำล้นชนิดของอาคาร Side Channel Spillway

สันอาคารระบายน้ำล้นอยู่ที่ระดับ	+305.00	ม.รทก.
ความยาวของสันอาคารระบายน้ำล้น	70.00	เมตร
รับปริมาณน้ำสูงสุดผ่าน (รอบ 500 ปี)	231.63	ลบ.ม./วินาที
ระดับน้ำล้นจากสันฝายเมื่อมีน้ำสูงสุดผ่าน	2.00	เมตร
ท่อส่งน้ำฝั่งซ้ายขนาด	Ø 1.00	เมตร
อัตราการไหล	0.899	ลบ.ม./วินาที

ระบบส่งน้ำ

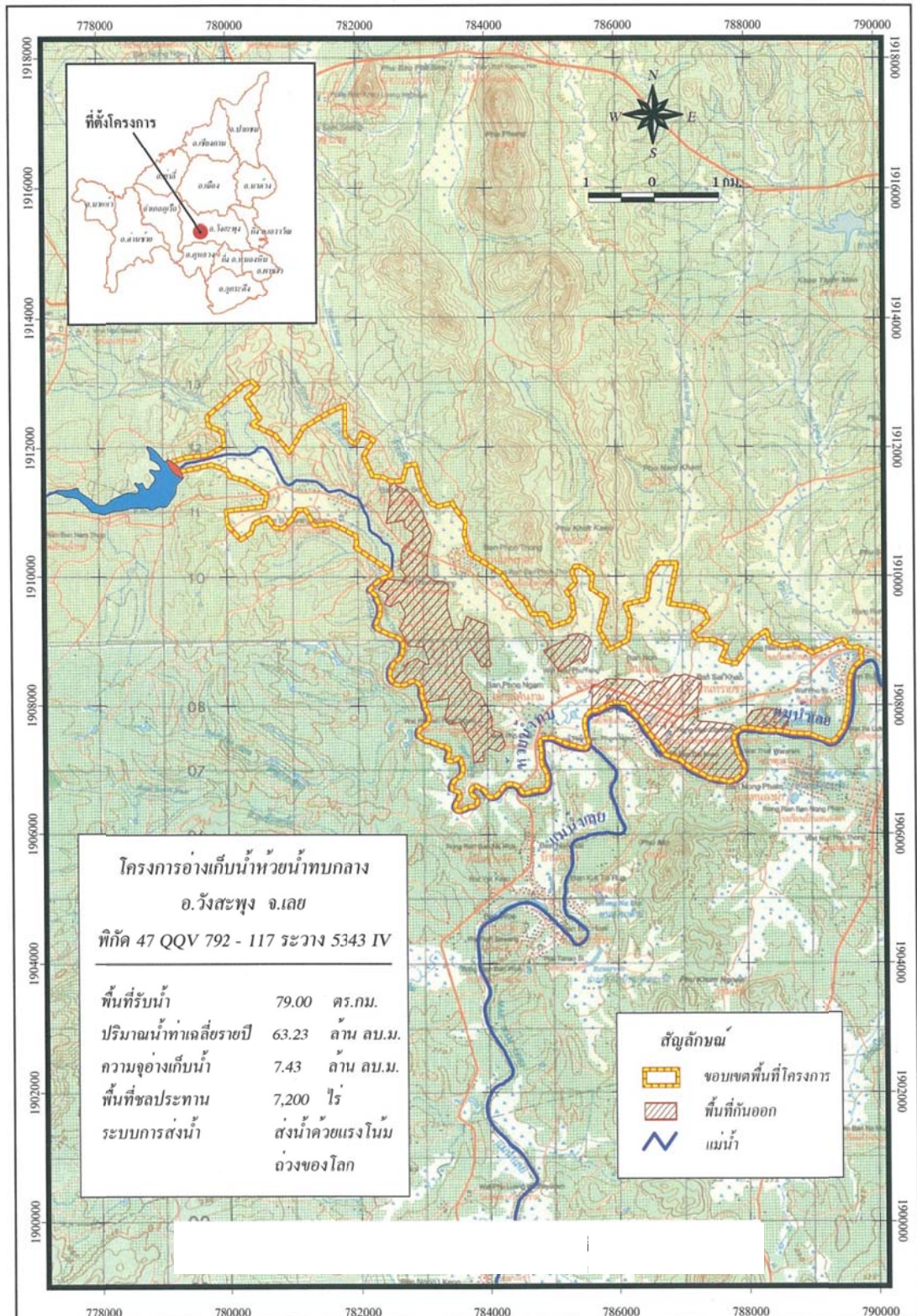
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำท่มมีพื้นที่ชลประทานรวมทั้งหมด 7,348 ไร่ ระบบส่งน้ำเป็นการส่งโดยระบบแรงโน้มถ่วงและไม่มีระบบระบายน้ำ เนื่องจากสภาพพื้นที่ศักยภาพที่จะระบายน้ำได้เอง พื้นที่ชลประทานแบ่งออกเป็นพื้นที่เปิดใหม่ 7,348 ไร่ ท่อส่งน้ำ 1 สาย ความยาวรวมทั้งสิ้น 32.12 กม.

2.3.3 โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำลาย

ที่ตั้งห้วยงานอยู่ในเขตพื้นที่บ้านนาทราย ตำบลดินคำ อำเภอเมือง จังหวัดเลย พิกัด 47 QQV 964-348 ในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระบุว่า 5343 I ลำดับชุด L7017 ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำลาย มีลักษณะเป็นเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดกลาง มีความจุอ่างประมาณ 56.00 ล้านลูกบาศก์เมตร มีขนาดพื้นที่น้ำท่วม ประมาณ 3,650 ไร่ ที่ระดับเก็บกักสูงสุด +279.50 ม.(รทก.) และมีขนาดพื้นที่น้ำท่วม 3,200 ไร่ ที่ระดับเก็บกักปกติ +276.00 ม.(รทก.) ตัวเขื่อนเป็นเขื่อนดินแบ่งส่วน ประกอบด้วยอาคารระบายน้ำล้น อาคารท่อส่งน้ำฝั่งซ้ายเข้าคลองชลประทาน และระบายน้ำลงลำน้ำเดิม และมีลักษณะห้วยงานโครงการโดยสังเขปดังนี้

ข้อมูลทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ

พื้นที่รับน้ำฝน	255.00	ตร.กม.
ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปี	1,258.80	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยต่อปี	125.90	วัน
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเฉลี่ยต่อปี	87.53	ล้าน ลบ.ม.
ระดับสูงสุด	+277.50	ม.รทก.



รูปที่ 2.9 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำทบ
(ที่มา : เอกสารอ้างอิง [11])

ระดับน้ำเก็บกักปกติ	+276.00	ม.รทก.
ระดับน้ำต่ำสุด	+260.00	ม.รสม.
ความจุอ่างที่ระดับน้ำสูงสุด	67.00	ล้าน ลบ.ม.
ความจุอ่างที่ระดับเก็บกักปกติ	56.00	ล้าน ลบ.ม.
ความจุอ่างที่ระดับน้ำต่ำสุด	0.95	ล้าน ลบ.ม.

ข้อมูลทางกายภาพของเขื่อน

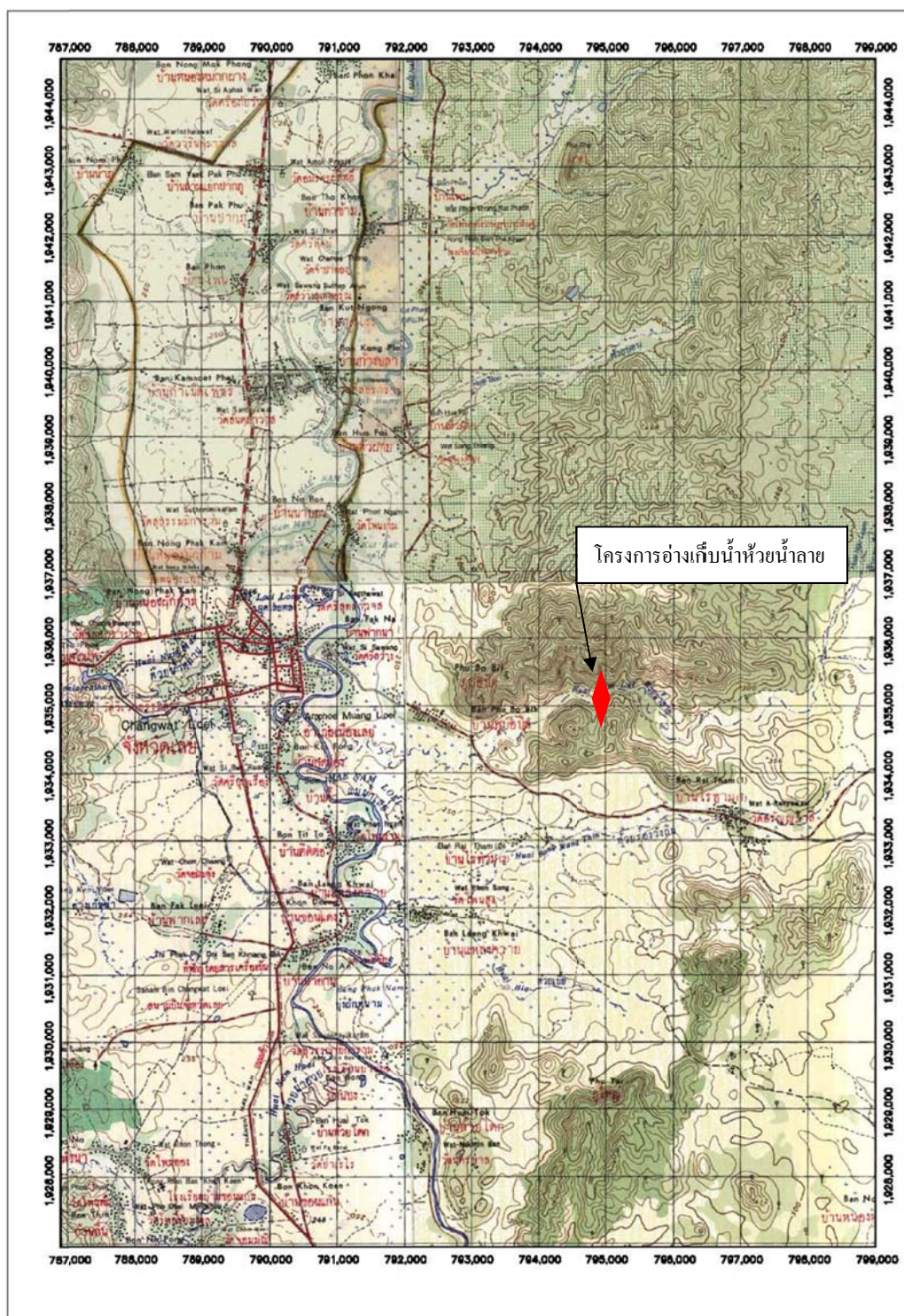
ชนิดของเขื่อน	เขื่อนดิน (Zone Type)	
สันเขื่อน	+279.50	ม.รทก.
ความกว้าง	8.00	เมตร
ความสูงเขื่อน	34.50	เมตร
ความยาวเขื่อนประมาณ	500.00	เมตร
ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ	1 : 3	
ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ	1 : 2.5	

อาคารประกอบ

อาคารระบายน้ำสันชนิดของอาคาร Side Channel Spillway		
สันอาคารระบายน้ำสันอยู่ที่ระดับ	+276.00	ม.รทก.
ความยาวของสันอาคารระบายน้ำสัน	126.00	เมตร
รับปริมาณน้ำสูงสุดผ่าน (รอบ 500 ปี)	500.67	ลบ.ม./วินาที
ระดับน้ำสันจากสันฝายเมื่อมีน้ำสูงสุดผ่าน	2.00	เมตร
ท่อส่งน้ำฝังซ้ายขนาด	Ø 1.20	เมตร
อัตราการไหล	3.00	ลบ.ม./วินาที

ระบบส่งน้ำ

พื้นที่ชลประทานรวมทั้งหมด 15,000 ไร่



รูปที่ 2.10 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำลาย
(ที่มา : เอกสารอ้างอิง [12])

2.3.4 โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำฮวย

ที่ตั้งห้วยงาน อยู่ในเขตพื้นที่ตำบลนาโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดเลย ที่พิกัด 47 QQV 843-289 ในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระวัง 5343 IV ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำฮวย มีลักษณะห้วยงานโครงการโดยสังเขปดังนี้

ข้อมูลทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ

พื้นที่รับน้ำฝน	27.00	ตร.กม.
ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปี	1,222.97	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยต่อปี	125.10	วัน
อัตราการระเหยเฉลี่ยทั้งปี	1,512.80	มม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเฉลี่ยต่อปี	7.63	ล้าน ลบ.ม.
ระดับสูงสุด	+285.80	ม.รทก.
ระดับน้ำเก็บกักปกติ	+284.50	ม.รทก.
ระดับน้ำต่ำสุด	+269.00	ม.รทก.
ความจุอ่างที่ระดับน้ำสูงสุด	8.90	ล้าน ลบ.ม.
ความจุอ่างที่ระดับเก็บกักปกติ	7.70	ล้าน ลบ.ม.
ความจุอ่างที่ระดับน้ำต่ำสุด	0.08	ล้าน ลบ.ม.

ข้อมูลทางกายภาพของเขื่อน

ชนิดของเขื่อน	เขื่อนดิน (Zone Type)	
สันเขื่อน	+287.50	ม.รทก.
ความกว้าง	8.00	เมตร
ความสูงเขื่อน	23.50	เมตร
ความยาวเขื่อนประมาณ	335	เมตร
ลาดเขื่อนด้านเหนือ	1 : 3	
ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ	1 : 2.5	

อาคารประกอบ

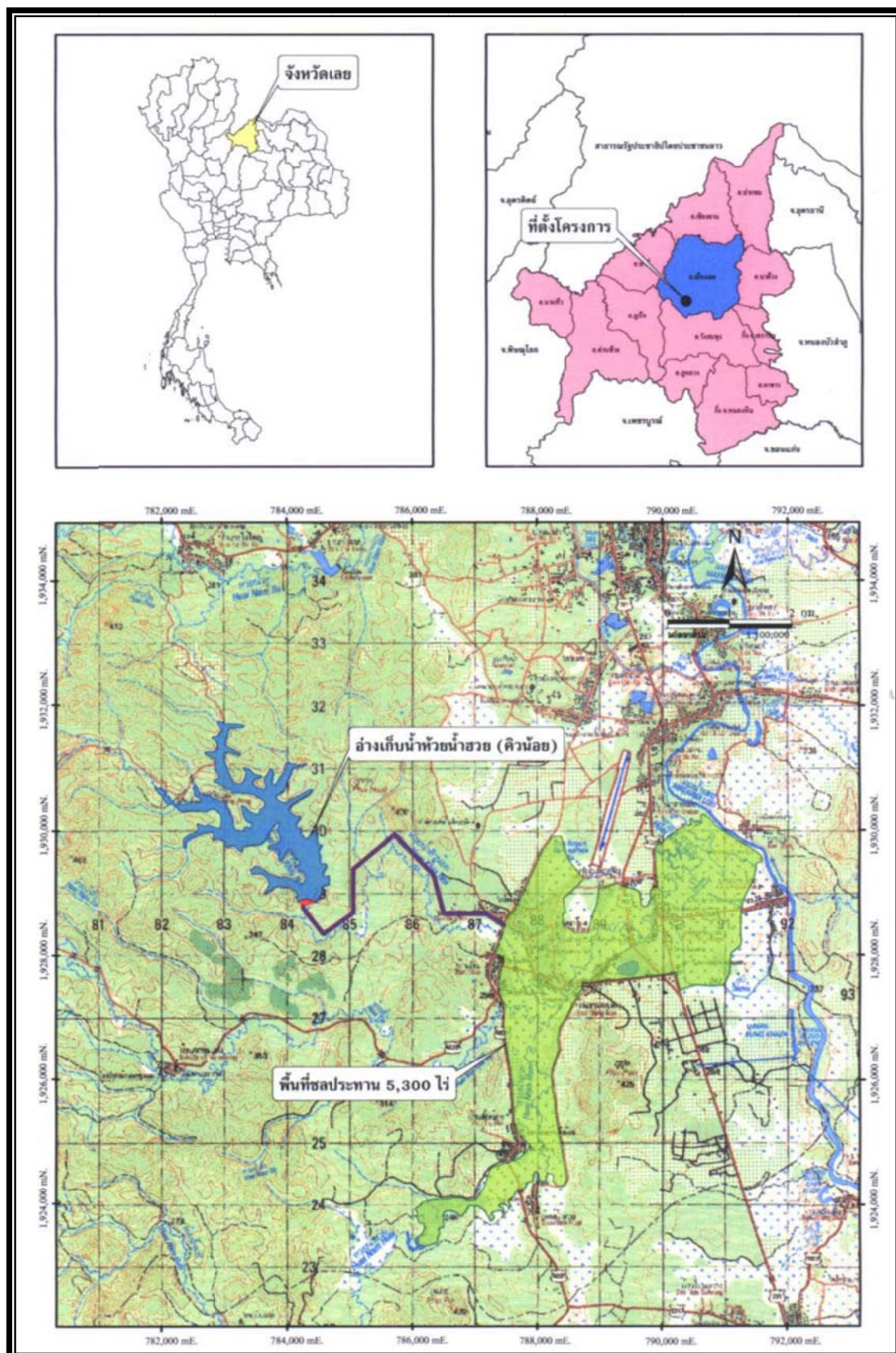
อาคารระบายน้ำสันชนิดของอาคาร Uncontrolled Overflow Ogee Spillway แบบ Side Channel

สันอาคารระบายน้ำสันอยู่ที่ระดับ	+284.50	ม.รทก.
ความกว้างอาคารระบายน้ำสัน	25.00	เมตร

รับปริมาณน้ำสูงสุดผ่าน (รอบ 500 ปี)	79.54	ลบ.ม/วินาที
ระดับน้ำล้นจากสันฝายเมื่อมีน้ำสูงสุดผ่าน	1.30	เมตร
ท่อส่งน้ำขนาด	Ø 1.20	เมตร
อัตราการไหล	0.21	ลบ.ม./วินาที

ระบบส่งน้ำ

ท่อส่งน้ำโดยแรงโน้มถ่วง มีพื้นที่ชลประทานรวมทั้งหมด 5,300 ไร่



รูปที่ 2.11 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำฮวย
(ที่มา : เอกสารอ้างอิง [10])

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สนิท วงษา และยาสุยูกิ ชิมิซึ (2555) ได้ทำการประยุกต์ใช้โปรแกรม Nays2D Flood เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านชลศาสตร์ของน้ำหลากของเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ภาคกลางปี 2554 ซึ่งโปรแกรม Freeware นี้ได้พัฒนาโดย The Foundation of Hokkaido River Disaster Prevention Research Center (RIC) แห่งประเทศญี่ปุ่น เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานง่าย มีประสิทธิภาพ และความแม่นยำสูง ได้แสดงผลการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมใหญ่ภาคกลางของประเทศไทยปี 2554 เพื่อทดสอบความสามารถของโปรแกรม พบว่าโปรแกรม Nays2D Flood สามารถลอกเลียนพฤติกรรมด้านชลศาสตร์ของน้ำหลากได้ผลเป็นอย่างดีตามที่คาดการณ์ไว้ ซึ่งจะได้นำไปประยุกต์ใช้เพื่อประเมินผลกระทบเมื่อมีการสร้างคันกั้นน้ำและทางระบายน้ำหลากในช่วงเกิดน้ำหลากและนำเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่อไป

สนิท วงษา และคณะ (2552) ได้ทำการประยุกต์ใช้โปรแกรม RIC-Nays ในการคำนวณด้านชลศาสตร์และพลวัตพื้นฐานท้องน้ำ ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวนำเสนอโปรแกรม RIC-Nays และการประยุกต์ใช้โปรแกรม ไปประยุกต์ใช้คำนวณเพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านชลศาสตร์การไหลของน้ำในแม่น้ำทุ่งน้ำหลาก และพลวัตของพื้นฐานท้องน้ำภายใต้สภาวะการไหลแบบคงที่และแบบคงที่ แผนที่และแม่น้ำหรือภาพถ่ายสามารถนำไปภาพพื้นหลังเพื่อนำเสนอและแสดงผลบนนั้นได้

ไพโรจน์ (2543) ได้กล่าวว่าในแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) ตัวแปรที่ทราบค่า (Input) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ตัวแปรที่ได้ออกมา (Output) คือปริมาณน้ำท่า หรือตัวแปรที่ทราบค่าคือปริมาณน้ำด้านเหนือน้ำ และตัวแปรที่ได้ออกมาคือปริมาณน้ำท่าด้านท้ายน้ำ การประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่รับน้ำฝนของกลุ่มน้ำกับปริมาณน้ำฝนที่แปรเปลี่ยนเป็นปริมาณน้ำท่าในลำน้ำที่แปรผันไปตามเวลา รวมทั้งการวิเคราะห์คำนวณกราฟน้ำท่า (Hydrograph) ของระบบกลุ่มน้ำ แบบจำลองที่สามารถใช้วิเคราะห์คำนวณข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนเป็นน้ำท่าได้แก่ HEC-1 HEC-HMS และ MIKE11 เป็นต้น

ธนะ (2544) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำหลาก ในการกำหนดนโยบายการระบายน้ำในช่วงน้ำหลาก สำหรับอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ เพื่อให้มีความปลอดภัยต่อตัวเขื่อน และลดความเสี่ยงจากการเกิดอุทกภัยด้านท้ายน้ำน้อยที่สุด โดยการวางแผนและกำหนดนโยบาย เพื่อควบคุมปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำให้เหมาะสมกับปริมาตรความจุของอ่างเก็บน้ำ ตลอดจนเงื่อนไขทางอุทุนิยมวิทยา อุทกวิทยา ด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ

สุธี อังคะศิริกุล (2545) ได้สร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแบบไร้หน่วยสำหรับลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำปิงวังรวมกัน และได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดอัตราการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (t_p) กับลักษณะสมบัติทางกายภาพของลุ่มน้ำ ($LLc/\sqrt{S}$) และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (q_p/A) เป็นฟังก์ชันของเวลาที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด (t_p) ได้ความสัมพันธ์ดังนี้ $t_p = 0.001 (LLc/\sqrt{S})^{1.3625}$, $q_p/A = 1.784 (t_p)^{-1.0907}$ สำหรับลุ่มน้ำปิง และ $t_p = 0.0003(LLc/\sqrt{S})^{1.2292}$, $q_p/A = 1.777 (t_p)^{-1.0876}$ สำหรับลุ่มน้ำ ปิง-วังรวมกัน ได้คำนวณความไม่แน่นอนของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่วิเคราะห์ขึ้น พบว่าอัตราการไหลในช่วงต้นมีค่าแปรปรวนมากกว่าอัตราการไหลในช่วงท้าย

สวัสดิ์ หาญกุดคุ้ม (2548) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-HMS ประเมินศักยภาพการลดปริมาณน้ำหลากสูงสุด ในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบนเมื่อมีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการลดอัตราการไหลสูงสุดเมื่อมีอ่างเก็บน้ำในกรณีต่าง ๆ พบว่า ถ้ามีอ่างเก็บน้ำเพียงแห่งเดียว กรณีมีอ่างเก็บน้ำเขื่อนชีบน จะสามารถลดอัตราการไหลสูงสุดได้มากที่สุด ถ้ามีอ่างเก็บน้ำ 2 แห่ง กรณีมีอ่างเก็บน้ำเขื่อนชีบนและอ่างเก็บน้ำเขื่อนยางนาดี จะสามารถลดอัตราการไหลสูงสุดได้มากที่สุด

วิษุวัตต์ แต้สมบัติ และสุประภาพร พัฒนาลิงเสนีย์ (2552) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองระบบลุ่มน้ำ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ชุดของแบบจำลอง MIKE11-NAM/HD/GIS โดยแบบจำลอง MIKE11-NAM จะถูกใช้ในการสร้างข้อมูลปริมาณการไหลในลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวิัดน้ำท่าและใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าให้กับแบบจำลอง MIKE11-HD ซึ่งจะใช้ในการศึกษาการไหลแบบหนึ่งมิติของน้ำในแม่น้ำเลย ส่วนแบบจำลอง MIKE11-GIS จะใช้ในการสร้างแผนที่น้ำท่วมร่วมกับข้อมูลแผนที่ฐานภูมิประเทศ (DEM) สำหรับมาตรการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเลยได้ถูกคัดเลือกมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 4 มาตรการประกอบด้วย 1) การสร้างคลองผันน้ำบริเวณอำเภอเมืองเลย 2) การก่อสร้างอ่างเก็บน้ำบริเวณตอนบนของลุ่มน้ำ 3) การขุดลอกและขยายลำน้ำบริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำ และ 4) การก่อสร้างฝายขวางจำนวน 4 แห่ง ผลการศึกษาพบว่าการบรรเทาอุทกภัยด้วยมาตรการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำบริเวณตอนบนของลุ่มน้ำเลยมีความเหมาะสมที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพระบบลุ่มน้ำในปัจจุบัน โดยเมื่อเลือกใช้กรณีศึกษาเป็นเหตุการณ์อุทกภัยปี พ.ศ. 2545 มาตรการดังกล่าวจะช่วยลดปริมาณการไหลที่อำเภอเมืองเลยได้เท่ากับ 387.6 ลบ.ม.ต่อวินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 24.4 และยังช่วยลดระดับน้ำท่วมและพื้นที่น้ำท่วมลงได้ถึง 1.31 เมตร และ 12.13 ตร.กม. ตามลำดับ