การปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง อำเภอโคกโพธิ์ชัย จังหวัดขอนแก่น

Kud Na Saeng Reservoir Improvement, Amphoe Konk Pho Chai, Khon Kaen Province

วรภัต ธรรมประทีป[1]

[1]กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

Corresponding Author: วรภัต ธรรมประทีป, Email: worrapat_ed@yahoo.com

บทคัดย่อ

โครงการอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง เริ่มใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2532 จนถึงปัจจุบัน รวมระยะเวลามากกว่า 30 ปี จากการตรวจสอบสภาพอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง ปี พ.ศ. 2562 พบสภาพทรุดโทรม เสียหาย และขาดการดูแลบำรุงรักษาเป็นเวลานาน จึงมีความความจำเป็นต้องปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง โดยในปี พ.ศ. 2562 เริ่มดำเนินการปรับปรุงซ่อมแซม ดังนี้ 1) ศึกษาและตรวจสอบสภาพทั่วไปของอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ประวัติเดิมของโครงการ ที่ตั้งของโครงการ สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า การระเหย และอัตราการรั่วซึม 2) ดำเนินการปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย การศึกษาปริมาณน้ำหลาก ปริมาณตะกอน การเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำหลากผ่านอ่างเก็บน้ำ การศึกษาความต้องการใช้น้ำ สมดุลน้ำเบื้องต้น การออกแบบด้านชลศาสตร์ การไหลของน้ำในท่อแรงดัน การตรวจสอบแก้ไขปัญหางานฐานรากและเสาเข็ม การดำเนินงานคันดินกั้นน้ำ การปรับปรุงซ่อมแซมสันเขื่อน การจัดทำระบบตรวจสอบติดตามระยะไกล เสร็จสิ้นการดำเนินงานในปี 2564 ผลการดำเนินการ ดังนี้ 1) การปรับปรุงเขื่อนดินยาว 3,500 เมตร มีความจุหลังปรับปรุง 9.23 ล้าน ลบ.ม. 2) สถานีสูบน้ำ vertical turbine pump จำนวนรวม 6 เครื่อง อัตราการสูบรวม 0.19 ลบ.ม./วินาที มอเตอร์ขนาด 15 kW/เครื่อง 3) ท่อส่งน้ำ HDPE PN6 (PE80) ขนาด 630-400 มม. ยาว 5,900 เมตร พื้นที่รับประโยชน์ 3,058 ไร่

คำสำคัญ : การปรับปรุงซ่อมแซม, อ่างเก็บน้ำ, สถานีสูบน้ำ

Abstract

The Kud Na Saeng reservoir project has been in operation since 1989 until the present, for over 30 years. According to the inspection of the Kud Na Saeng reservoir in 2019, it was found that the reservoir was in poor and damaged condition and had been neglected for a long time. Therefore, it was necessary to repair and improve the Kud Na Saeng reservoir in 2019. The Kud Na Saeng reservoir improvement project included: 1) a study and inspection of the general data of the reservoir, including the history of the project, the location of the project, terrain, climatic conditions, precipitation, runoff, evaporation, seepage rate; 2) reservoir improvements consist of studies on flood volume, sediment volume, reservoir routing, study of water demand, water balance, hydraulic design, water flow through pressure pipes, inspection and solving of foundation work and pile work, cofferdam operation, dam crest improvement, set up a remote monitoring system. This project was completed in 2021. The results of the operation are as follows: 1) the improvement of the 3,500 meter earth dam has a capacity of 9.23 million cubic meters after the repairs. 2) The vertical turbine pump water pumping station has a total of 6 units, with a total pumping rate of 0.19 cubic meters/second. The motors are 15 kW/unit. The HDPE PN6 (PE80) water pipe, with a diameter of 630-400 mm, is 5,900 meters long and serves an area of 3,058 rai.

Keywords: Improvement, reservoir, pumping station

1. บทนำ

จากข้อมูลทะเบียนประวัติโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ กรมทรัพยากรน้ำมีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำที่มีปริมาตรการเก็บกักมากกว่า 2 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่จะต้องรับผิดชอบ ดูแล บำรุงรักษาและเพิ่มประสิทธิภาพโครงการ จำนวน 124 โครงการ จากการตรวจสอบพบว่ามีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำจำนวนมากอยู่ในสภาพทรุดโทรม เนื่องจากจากขาดการบำรุงรักษาและปรับปรุงซ่อมแซมมาเป็นเวลานาน ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานลดลง ราษฎรไม่สามารถใช้น้ำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งจากการตรวจสอบสภาพอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง พบว่ามีสภาพทรุดโทรม เสียหาย ขาดการดูแลรักษาโครงการ โดยเป็นโครงการที่ก่อสร้างมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2532 เป็นระยะเวลาผ่านมากกว่า 32 ปี จึงมีความความจำเป็นต้องปรับปรุงซ่อมแซมโครงการ

2. สภาพทั่วไปของโครงการ

2.1 ข้อมูลประวัติเดิมของอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง

อ่างเก็บน้ำกุดนาแซง ก่อสร้างโดยสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท เมื่อปี พ.ศ. 2532 และโอนโครงการให้กรมทรัพยากรน้ำ ตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 มีรหัสโครงการ ขก.21021 วงเงินค่าก่อสร้างในขณะนั้น 11,753,600 บาท ไม่มีระบบส่งน้ำ เดิมเป็นพื้นที่สาธารณะประโยชน์ประเภทแหล่งน้ำ ตาม นสล. เลขที่ ขก. 2502 ขนาดพื้นที่ 2,800 ไร่ มีความจุ ประมาณ 8.70 ล้านลูกบาศก์เมตร อาคารระบายน้ำมีความเสื่อมโทรม พื้นที่อ่างเก็บน้ำเกิดความตื้นเขินจากตะกอนตกจมในอ่างฯ และมีวัชพืชทั้งในบริเวณอ่างเก็บน้ำและบริเวณตัวเขื่อน จึงควรพัฒนาปรับปรุงเพื่อให้สามารถกลับมาใช้งานได้ดีดังเดิม รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการซึ่งจะเกิดประโยชน์ต่อพื้นที่และความเป็นอยู่ชุมชนโดยรอบอ่างเก็บน้ำ

2.2 ที่ตั้งของโครงการ

ที่ตั้งอยู่ที่พิกัด 1,776,449 N, 226,434 E ระวาง 5442 II ลำดับชุด L7018 ตั้งอยู่ในพื้นที่ติดต่อ 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลบ้านโคก และตำบลโพธิ์ไชย หัวงานตั้งอยู่ที่บ้านนายาว หมู่ที่ 4 ตำบลบ้านโคก อำเภอโคกโพธิ์ชัย จังหวัดขอนแก่น ห่างจากทางแยกบ้านนายาวประมาณ 5 กิโลเมตร บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 229 ระหว่างอำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ และอำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ห่างจากตัวจังหวัดขอนแก่น เป็นระยะทางประมาณ 74 กิโลเมตร

2.3 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลนาแพง ตำบลบ้านโคก ตำบลโพธิ์ไชย อำเภอโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของตัวจังหวัด ห่างจากตัวเมืองประมาณ 74 กิโลเมตร อ่างเก็บน้ำกุดนาแซงตั้งอยู่ระวาง 5442-II ลำดับชุด L7018 พิกัด 1,776,449 N, 226,434 E มีระดับความสูงเฉลี่ยที่ 160 - 170 ม.รทก. สภาพพื้นที่โดยทั่วไปของตำบลเป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การทำนา สำหรับพื้นที่ทางทิศเหนือเป็นที่ราบสูงติดภูเขาและเนินเขาที่ไม่สูงมาก โดยทั่วไปเหมาะแก่การทำสวนและไร่นา ทางทิศใต้และทิศตะวันออกเป็นที่ราบลุ่มติดแม่น้ำชี สลับราบสูงติดภูเขาและเนินเขา ทางทิศตะวันตกเป็นที่ราบลุ่มติดอ่างเก็บน้ำหนองคูใหญ่ และอ่างเก็บน้ำหนองแปน

2.4 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของโครงการอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง จ.ขอนแก่น พิจารณาจากข้อมูลทางสถิติภูมิอากาศย้อนหลัง 30 ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดขอนแก่น สรุปดังแสดงในตารางที่ 2.4-1

ตารางที่ 2.4-1 ค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศ

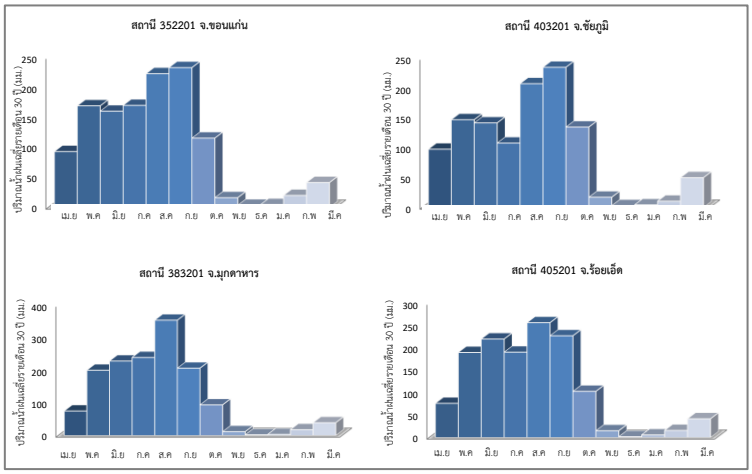
ตัวแปรภูมิอากาศ	หน่วย	ค่าเฉลี่ยรายปี
		จ.ขอนแก่น
1. อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	27.5
2. ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	72.8
3. ความครึ้มเมฆ	(1-10)	4.8
4. ความเร็วลม	น๊อต	3.9
5. การระเหยที่ถาดวัด	มิลลิเมตร	1,446.4
6. ปริมาณน้ำฝน	มิลลิเมตร	1,398.3

2.5 ปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลฝนรวบรวมข้อมูลจากสถานีที่เกี่ยวข้องบริเวณโดยรอบโครงการ เพื่อหาค่าปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปริมาณฝนตกรายปีสูงสุดและต่ำสุดจากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยคัดเลือกสถานีที่จะนำมาใช้จำนวน 4 สถานีกระจายครอบคลุมบริเวณพื้นที่โครงการ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนเพื่อหาค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีและปริมาณฝนสูงสุดและต่ำสุด ดังแสดงในตารางที่ 2.5-1 และการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของแต่ละสถานี ดังแสดงในรูปที่ 2.5-1

ตารางที่ 2.5-1 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยและปริมาณฝนรายปีของสถานีในพื้นที่ศึกษา

รายชื่อสถานี	ช่วงปีสถิติข้อมูล	จำนวนปี	ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย 30 ปี (มิลลิเมตร)												ปริมาณฝนรายปีในรอบ 30 ปี (มม.)		
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
381201	2525-2555	30	93.4	169.6	160.6	170.4	223.2	233.3	115.8	16.5	3.8	5.0	20.2	41.7	1233.8	1442.5	313.9
383201	2525-2555	30	75.7	201.0	229.2	240.1	354.8	207.2	94.5	12.2	2.6	3.7	18.2	39.5	1460.0	1796.4	204.1
403201	2525-2555	30	97.9	147.4	142.0	108.2	207.8	235.3	135.1	17.4	3.2	4.5	10.7	50.2	1141.2	1586.8	243.4
405201	2525-2555	30	76.6	190.5	220.6	191.2	257.1	227.8	103.4	15.4	2.1	5.9	16.0	42.1	1329.6	1432.1	258.3



รูปที่ 2.5-1 การกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีในพื้นที่ศึกษา

2.6 ปริมาณน้ำท่า

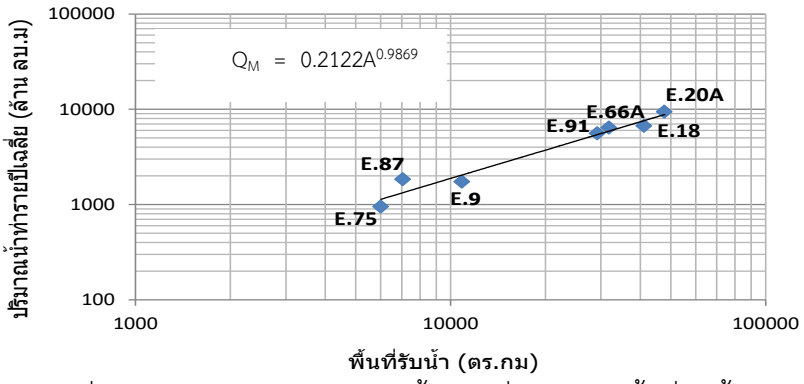
จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่นำมาใช้ในการศึกษาจากข้อมูลของกรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำชีและทำการคัดเลือกสถานีที่ใช้งานในพื้นที่โครงการและพื้นที่ข้างเคียง จำนวน 7 สถานี การหาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละเดือน ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย และปริมาณน้ำท่าสูงสุด ต่ำสุด ดังแสดงในตารางที่ 2.6-1 วิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Equation) ได้ผลดังสมการ $Q_M = 0.2122A^{0.9869}$ เมื่อ Q_M = ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย (ลบ.ม./วินาที) a และ b = ส.ป.ส.การถดถอย A = พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)

สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยกับพื้นที่รับน้ำฝนของแต่ละสถานี ดังแสดงในรูปที่ 2.6-1 จะได้ R^2 มีค่าเท่ากับ 0.9582

ตารางที่ 2.6-1 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของสถานีน้ำท่า

(หน่วย : ล้าน ลบ.ม.)

รหัสสถานี	พท.รับน้ำ (ตร.กม.)	ช่วงปีสถิติข้อมูล	จำนวน (ปี)	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
E.9	10,878	2510-2555	45	5.8	34.0	64.3	76.1	118.3	389.9	699.9	280.7	40.1	10.4	4.6	3.8	1,726.3	4,799.9	346.7
E.18	41,187	2497-2555	58	152.8	233.5	396.6	529.5	818.6	1,434.4	1,649.0	862.7	224.3	129.8	114.8	129.9	6,675.9	14,905.0	1,714.8
E.20A	47,800	2517-2555	38	195.0	297.5	501.3	789.3	1,347.7	2,166.7	2,143.6	1,165.6	348.0	149.6	127.9	148.0	9,380.2	19,097.6	2,581.8
E.66A	31,879	2543-2555	12	125.7	262.1	386.0	382.1	687.6	1,271.9	1,660.1	1,107.0	242.7	102.0	76.5	89.5	6,393.2	12,230.3	1,896.6
E.75	6,013	2530-2555	25	30.4	49.0	54.1	94.4	154.2	252.6	138.8	43.4	35.8	32.0	31.5	31.7	946.8	3,223.0	127.6
E.87	7,068	2547-2555	8	59.5	85.2	112.3	176.8	282.9	332.3	360.9	121.4	79.9	88.3	71.8	65.6	1,836.9	2,684.8	912.9
E.91	29,265	2548-2555	7	103.1	214.3	262.4	213.5	433.7	971.7	1,676.0	1,140.8	234.5	115.8	97.0	101.3	5,564.3	9,764.1	1,985.9



รูปที่ 2.6-1 ความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีกับพื้นที่รับน้ำฝน

2.7 การระเหย

รวบรวมข้อมูลการระเหยจากถาดวัดการระเหยจากกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นค่าการระเหยของน้ำจากถาดวัดการระเหยเฉลี่ย 30 ปี ทำการคำนวณค่าการระเหยจากผิวน้ำ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหย (Pan Coefficient) มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.70 ซึ่งเป็นค่าที่นิยมและใช้กันแพร่หลายในการคำนวณหาปริมาณการระเหยจากอ่างเก็บน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 2.7-1

ตารางที่ 2.7-1 ค่าการระเหยจากถาดวัดและจากอ่างเก็บน้ำ

สถานี / จังหวัดขอนแก่น	ปริมาณการระเหย (มิลลิเมตร) เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รวม
ค่าการระเหย เฉลี่ย 30 ปี จากถาดวัดการระเหย (E_{pan})	128.9	134.9	175.2	179.4	160.9	141.6	137.7	122.5	112.7	124.3	129.1	131.1	1,678.3
ค่าการระเหยจากอ่างเก็บน้ำ =0.70 E_{pan}	90.23	94.43	122.64	125.58	112.63	99.12	96.39	85.75	78.89	87.01	90.37	91.77	1,174.81

2.8 อัตราการรั่วซึม

จากเอกสารการออกแบบแหล่งน้ำ สำหรับงานเร่งรัดพัฒนาชนบท และคู่มือเกณฑ์กำหนดการออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ ซึ่งอ้างอิงมาจากข้อมูลด้านอุทกวิทยา สำหรับโครงการแหล่งน้ำขนาดเล็ก กรมชลประทาน ได้กำหนดให้คิดอัตราการรั่วซึมโดยเฉลี่ย 3 มม./วัน ดังนั้นในช่วงฤดูแล้ง 6 เดือน คิดอัตราการรั่วซึมเฉลี่ย 540 มม. ยกเว้นภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคตะวันตก ให้คิดอัตราการรั่วซึมเฉลี่ย 2 มม./วัน ดังนั้นในช่วงฤดูแล้ง 6 เดือน คิดอัตราการรั่วซึมเฉลี่ย 360 มม.

3. การปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง

3.1 สรุปลักษณะโครงการ

ที่โครงการ อ่างเก็บน้ำกุดนาแซง ตำบลบ้านโคก อำเภอโคกโพธิ์ชัย จังหวัดขอนแก่น ระวาง 5442 II ลำดับชุด L7018 พิกัด 1,776,449 N, 226,434 E

ลักษณะทางอุทกวิทยา พื้นที่รับน้ำ ณ จุดที่ตั้งโครงการ 24.50 ตร.กม. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,446 มม./ปี ปริมาณน้ำเฉลี่ยไหลลงอ่างฯ 8.70 ล้านลบ.ม./ปี

ลักษณะเขื่อนดินแบบ Homogeneous Dam ความยาว 3,500 เมตร ความกว้างสันเขื่อนดิน5.00 เมตร ความสูงเขื่อนดิน 5.00 เมตร ระดับสันเขื่อน +165.00 ม.รทก. ระดับน้ำสูงสุด +164.00ม.รทก. ระดับเก็บกัก +161.65 ม.รทก. ความจุเดิม 8.70 ล้าน ลบ.ม. ความจุหลังขุดลอก 9.23 ล้าน ลบ.ม. พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก 2,800 ไร่ อาคารระบายน้ำล้นแบบประตูระบาย ขนาด 2x2 ม. จำนวน 7 บาน เปิดกว้าง 30.00 ม. ความยาว 25.00 ม. ความสูง 2.35 ม. ระบายน้ำได้สูงสุด 35.41 ลบ.ม./วิ. สถานีสูบน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ชนิดเครื่องสูบน้ำ Vertical Turbine Pump จำนวนรวม 6 เครื่อง อัตราการสูบ 0.032 ลบ.ม./วิ./เครื่อง ความสูงหัวน้ำ 25 ม. ขนาดมอเตอร์ 15 kW/เครื่อง ท่อส่งน้ำ HDPE PN6 (PE80) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 630, 500, 400 มม. ความยาวท่อส่งน้ำ MP 4,950 ม. สาย 1R-MP 950 ม.

ผลประโยชน์ 1) เพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักจาก 8.70 ล้าน ลบ.ม. เป็นความจุ 9.23 ล้าน ลบ.ม. 2) พื้นที่รับประโยชน์ 3,058 ไร่ งบประมาณตาม พ.ร.บ. 114.9777 ล้านบาท ค่าก่อสร้าง 87.6197 ล้านบาท

รูปที่ 3.1-1 ภาพถ่ายมุมสูงแสดงองค์ประกอบของอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง

3.2 ปริมาณน้ำหลาก

การศึกษาเรื่องปริมาณน้ำหลาก เพื่อนำไปประเมินหาความสามารถในการระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำว่ายังคงสามารถระบายน้ำหลากได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์เดิมหรือไม่ โดยจะพิจารณาการวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง โดยใช้พิจารณาวิธีการ 3 วิธีคือ

3.2.1 การหาปริมาณน้ำหลากจากวิธี Rational Formula

กรณีแรก พิจารณาใช้วิธี Rational Formula ซึ่งใช้สถิติข้อมูลน้ำฝนมาร่วมในการประเมินหาค่าและเหมาะสำหรับพื้นที่รับน้ำที่มีขนาดน้อยกว่า 25 ตร.กม. เพื่อประเมินหาปริมาณน้ำนองสูงสุด โดยมีสูตรดังนี้ Q_{peak} = 0.278 CIA, Tc = $0.0663(L/S^{0.5})^{0.77}$ (Kirpich, 1940) S = H/L

ที่รอบปีการเกิด 50 ปี Q_{peak} = 0.278 CIA = 0.278 x 0.30 x 47 x 24.50 = 96.04 ลบ.ม./วินาที

ที่รอบปีการเกิด 100 ปี Q_{peak} = 0.278 CIA = 0.278 x 0.30 x 50 x 24.50 = 102.16 ลบ.ม./วินาที

3.2.2 การวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณน้ำนองสูงสุดแบบลุ่มน้ำรวม (Regional Flood Frequency Analysis) สรุปได้ดังนี้

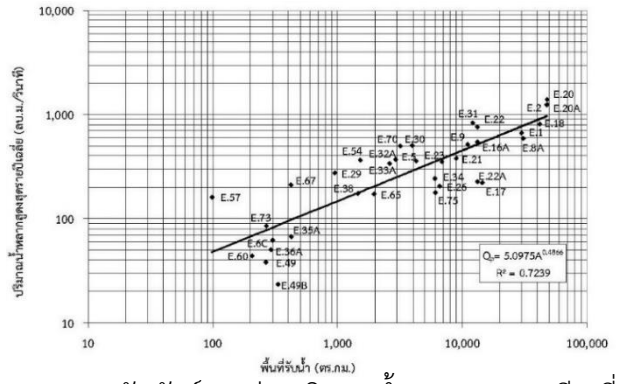
$$Q_F = 5.0975\ A^{0.4866}$$

เมื่อ Q_F = ปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีเฉลี่ย, ลูกบาศก์เมตร/วินาที A = พื้นที่รับน้ำฝน, ตารางกิโลเมตร

ตารางที่ 3.2.2-1 อัตราส่วนปริมาณน้ำนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ (Q_T) ต่อปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีเฉลี่ย (Q_F)

Tr	2 ปี	5 ปี	10 ปี	25 ปี	50 ปี	100 ปี	200 ปี	500 ปี	1,000 ปี
Q_{Tr}/Q_f	0.96	2.06	2.89	3.94	4.72	5.49	6.26	7.28	8.04

ที่มา:สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำกรมชลประทาน(2553)



รูปที่ 3.2.2-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝน

หน่วย ลบ.ม./วินาที

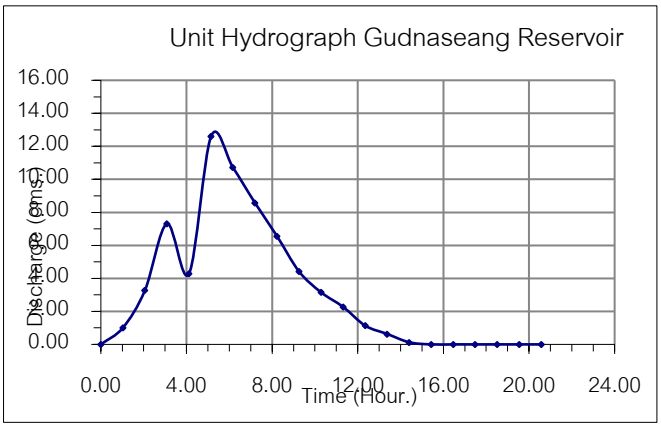
รอบปีการเกิดซ้ำ	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
ปริมาณน้ำนองสูงสุด	23.21	49.80	69.86	95.24	114.10	132.71	151.32	175.98	194.35

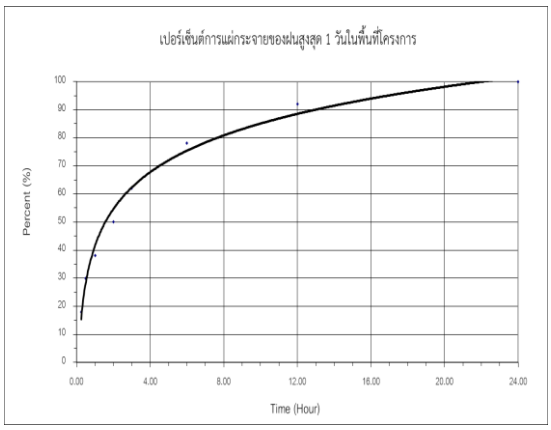
3.2.3 การคำนวณกราฟน้ำนองสูงสุดจากข้อมูลพายุฝนด้วย วิธีเทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า

การคำนวณกราฟน้ำนองสูงสุดจากข้อมูลพายุฝนด้วย วิธีเทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph Technical) สำหรับอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง มีขั้นตอนหลักประกอบด้วย การวิเคราะห์กราฟหนึ่ง

หน่วยน้ำท่า และการวิเคราะห์พายุฝนด้วยวิธีการแจงแจกความน่าจะเป็นแบบกัมเบล ดังรูปที่ 3.2.3-1 และผลการคำนวณกราฟน้ำนองสูงสุดที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่างๆ ดังรูปที่ 3.2.3-2

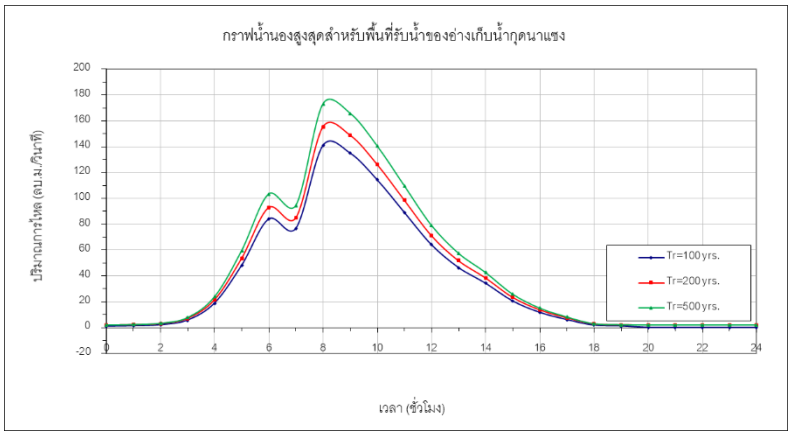
พารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ				พารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า		
A (กม.^{2})	L (ม.)	L_c (ม.)	S_{avg}	q_p (ม.^{3}/วิ)	t_p (ชม.)	T_r (ชม.)
24.50	4.80	2.50	0.00062	9.70	5.15	15





รูปที่ 3.2.3-1 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และเปอร์เซ็นต์การแผ่กระจายของฝนสูงสุด 1 วันในพื้นที่

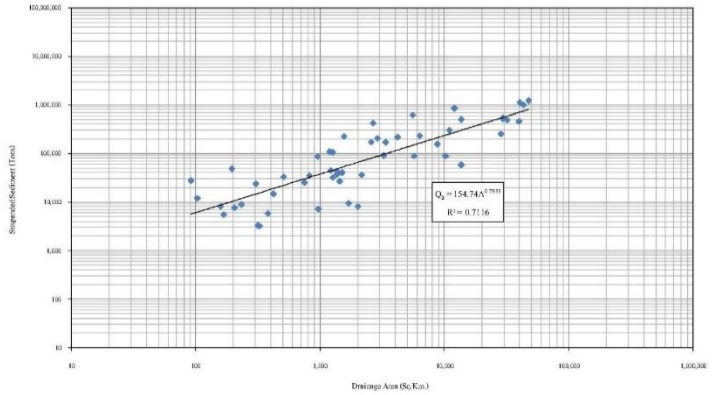
ดังนั้นจากการวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ทั้ง 3 วิธีคือ 1) วิธี Rational Formula 2) การวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณน้ำนองสูงสุดแบบลุ่มน้ำรวม (Regional Flood Frequency Analysis) และ 3) การวิเคราะห์กราฟน้ำนองสูงสุดจากข้อมูลพายุฝนโดยใช้เทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph Technical) ที่รอบปีการเกิด 100 ปี มีปริมาณน้ำนองสูงสุด 102.16 ลบ.ม./วินาที 132.71 ลบ.ม./วินาที และ 140.94 ลบ.ม./วินาที ตามลำดับ จึงพิจารณาใช้ปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ 140.94 ลบ.ม./วินาที ไปใช้ในการออกแบบต่อไป



รูปที่ 3.2.3-2 กราฟน้ำนองสูงสุดสำหรับพื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำกดนาแซง

3.3 ปริมาณตะกอน

เนื่องจากอ่างเก็บน้ำกุดนาแซงได้ก่อสร้างเป็นเวลาผ่านมาแล้วกว่า 32 ปี การศึกษาปริมาณตะกอนและการตกจมจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอ่างเก็บน้ำ อาจทำให้ปริมาตรใช้การของอ่างเก็บน้ำลดลงจนไม่สามารถใช้งานได้ดังวัตถุประสงค์ของโครงการ สามารถประเมินปริมาณน้ำตะกอนแขวนลอยได้ดังนี้



รูปที่ 3.3-1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่รับน้ำในลุ่มน้ำชี

จาก $Q_S = 154.74A^{0.7955}$ = 1,971 ตันต่อปี (80.45 ตัน/ปี/ตร.กม.) เมื่อ Q_S = ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายปี (ตัน) a, b = ค่าสัมประสิทธิ์ A = พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)

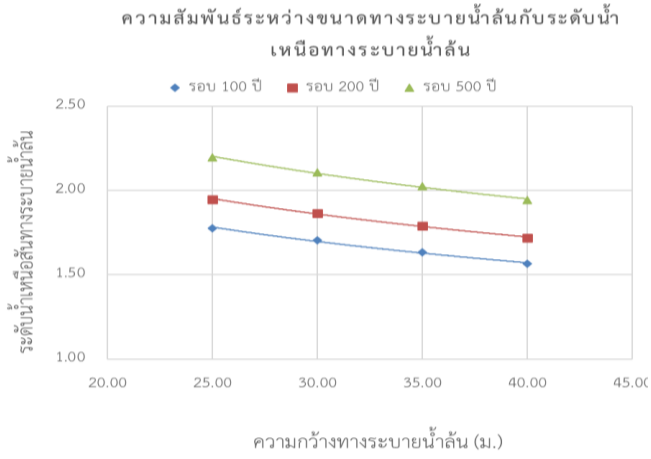
เมื่อกำหนดค่าปริมาณตะกอนท้องน้ำเท่ากับร้อยละ 30 ของปริมาณตะกอนแขวนลอย สามารถประเมินตะกอนท้องน้ำได้ 591.30 ตันต่อปี ดังนั้นสามารถประเมินปริมาณตะกอนรวมทั้งหมดที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง ได้เท่ากับ 2,562 ตัน/ปี โดยประสิทธิภาพในการดักตะกอน ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ของ Gunnar Brune คำนวณปริมาตรตะกอนที่คาดว่าจะตกสะสมในอ่างเก็บน้ำสำหรับอายุการใช้งานต่าง ๆ ได้ดังนี้

อายุการใช้งานอ่างเก็บน้ำ (ปีที่)	25	50	75	100	200
ปริมาตรตะกอนที่ตกสะสมในอ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)	0.051	0.102	0.153	0.204	0.408

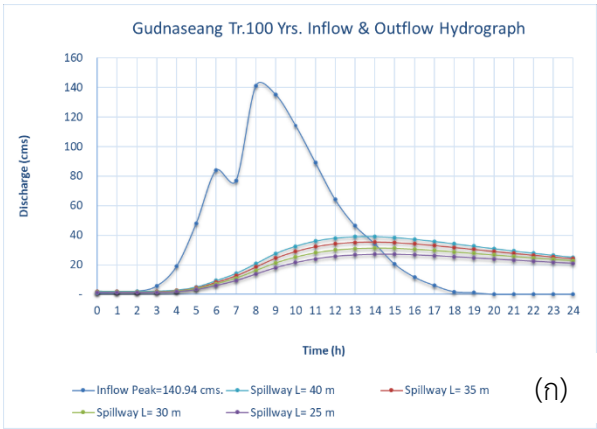
3.4 การเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำหลากผ่านอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Routing)

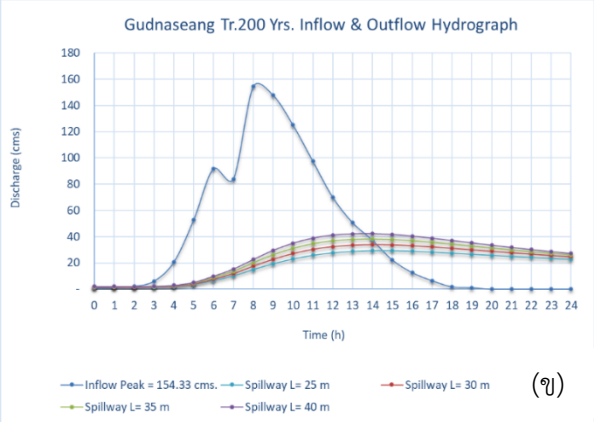
แนวทางการศึกษาขนาดทางระบายน้ำล้นประกอบด้วยขั้นตอนหลักในการศึกษา 2 ขั้นตอน คือ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของทางระบายน้ำกับความสูงของน้ำหลากเหนือระดับสันทางระบายน้ำล้น และการศึกษาการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำหลากที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ สำหรับขนาดทางระบายน้ำที่เลือก สำหรับคาบความถี่ของการเกิด 100 ปี 200 ปี และ 500 ปี จากข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายปี

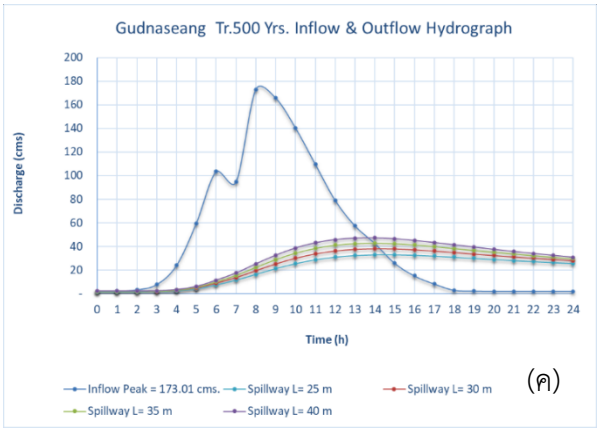
ผลการศึกษากรณีที่เกิดน้ำหลากที่รอบปีการเกิดเท่ากับ 100 ปี 200 ปี และ 500 ปี พบว่าทางระบายน้ำล้นให้มีขนาด 25 - 40 เมตร จะส่งผลให้ความสูงของระดับน้ำหลากเหนือทางระบายน้ำล้นมีค่าระหว่าง 1.57 เมตร ถึง 2.20 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.4-1



รูปที่ 3.4-1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดทางระบายน้ำล้นกับความสูงของระดับน้ำหลากเหนือสันทางระบายน้ำล้น







รูปที่ 3.4-2 การเคลื่อนตัวของกราฟน้ำนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดต่างๆ ที่รอบการเกิด (ก) รอบ 100 ปี (ข) รอบ 200 ปี และ (ค) รอบ 500 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 3.4-1 รายละเอียดระดับน้ำนองสูงสุดและระดับสันอาคารระบายน้ำล้น

ลำดับ	รายละเอียดเบื้องต้นที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง		
1	Depth of Flood Surcharge	1.63	เมตร
2	ระดับน้ำนองสูงสุด	163.28	ม.รทก.
3	ปริมาณน้ำนองสูงสุดไหลผ่าน	35.41	ลบ.ม./วินาที
4	ความยาวของสัน Spillway	35.00	เมตร

3.5 ความต้องการใช้น้ำ

การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง ประกอบไปด้วยความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร และความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

รายการ	ปริมาณความต้องการใช้น้ำรวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)				
	2565	2570	2575	2580	2585
1. น้ำอุปโภคบริโภค	0.696	0.668	0.621	0.555	0.470
2. น้ำการเกษตร	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73
3. รักษานิเวศท้ายน้ำ	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
รวม	4.54	4.51	4.46	4.40	4.31

3.6 สมดุลน้ำเบื้องต้น

จากสมการความสมดุลของปริมาณน้ำดังนี้ $S_i = S_{i-1} + I_i - Q_i - E_i$ โดย S_i = ปริมาตรน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำที่ปลายคาบเวลาปัจจุบัน, i S_{i-1} = ปริมาตรน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำที่ปลายคาบเวลาที่ผ่านมา, i-1 I_i = ปริมาตรน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำระหว่างคาบเวลา i, Q_i = ปริมาตรน้ำท่าที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำระหว่างคาบเวลา i และ E_i = ปริมาตรน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการระเหยสุทธิและรั่วซึมระหว่างคาบเวลา i

การวิเคราะห์คาบเวลาที่ใช้เป็นระยะเวลาหน่วยเป็นเดือน ดังนั้นข้อมูลต่างๆ ที่ใช้จะเป็นข้อมูลรายเดือน ข้อมูลที่ใช้ได้แก่ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน โดยอ้างอิงจากสถานี E.9 อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ซึ่งที่ตั้งอยู่ใกล้กับโครงการ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน อัตราการระเหยเฉลี่ยรายเดือน อัตราการรั่วซึมเฉลี่ยรายเดือน รายละเอียดสามารถดูได้จากผลงานเรื่องการปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง อำเภอโคกโพธิ์ชัย จังหวัดขอนแก่น ผลการวิเคราะห์สมดุลน้ำเบื้องต้น สามารถส่งน้ำให้พื้นที่การเกษตร 3,058 ไร่ โดยไม่เกิดการขาดแคลนน้ำตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

3.7 การออกแบบด้านชลศาสตร์

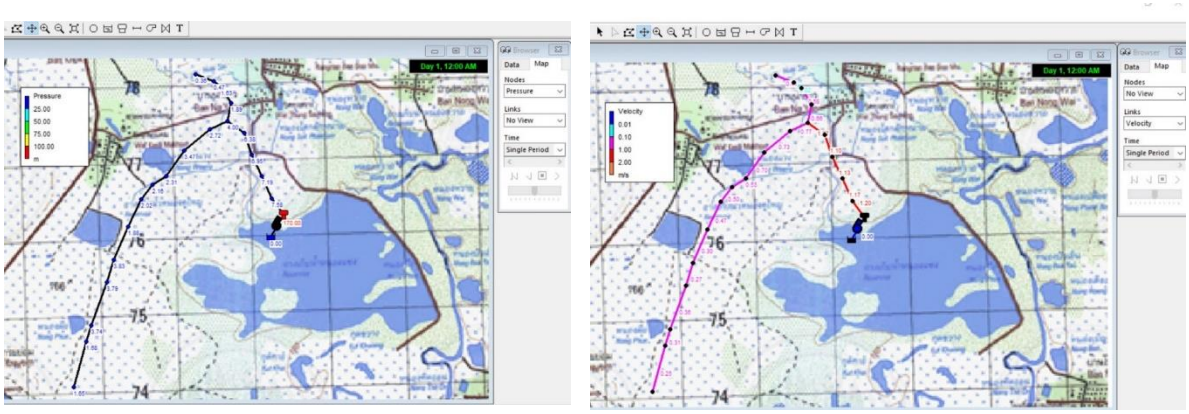
การออกแบบด้านชลศาสตร์ โดยต้องพิจารณาในเรื่องต่างๆ ดังนี้ การเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานีสูบน้ำ ลักษณะรูปร่างและขนาดสถานีสูบน้ำ น้ำหนักบนอาคารสถานีสูบน้ำ คลองชักน้ำ ตะแกรงกันขยะ การออกแบบบ่อสูบ การออกแบบเครื่องสูบน้ำ จำนวนเครื่องสูบน้ำ อัตราการสูบน้ำ ความสูงในการส่งน้ำ ความเร็วรอบ Cavitation และการป้องกัน อุปกรณ์ประกอบเครื่องสูบน้ำ มอเตอร์ ชนิดมอเตอร์ ขนาดกำลังขับและประสิทธิภาพมอเตอร์ แรงดันไฟฟ้า ระบบควบคุมการทำงาน ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell) โดยแผง Solar cell ในโครงการใช้แผงขนาด 330 W ต่อแผง จำนวนรวม 384 แผง เครื่องสูบน้ำ 6 ชุด หรือจำนวน 64 แผงต่อเครื่องสูบน้ำ 1 ชุด ไฟฟ้าที่ได้เป็นไฟกระแสตรง จึงต้องแปลงโดยใช้ Inverter 15 KW แปลงไฟเพื่อขับมอเตอร์ขนาด 15 KW ติดตั้งภายในตู้ควบคุม พร้อมติดตั้ง Surge Protection (DC), Circuit breaker DC, Circuit breaker AC, Diode bridge Rectifier, Terminal, Magnetic Contactor เป็นต้น

3.8 การไหลของน้ำในท่อแรงดัน

พิจารณาระบบกระจายน้ำด้วยการสูบน้ำ เนื่องจากพื้นที่รับประโยชน์อยู่สูงกว่าแหล่งน้ำที่มี จากนั้นส่งน้ำด้วยท่อไปสู่พื้นที่รับประโยชน์ และติดตั้งหัวจ่ายน้ำตลอดช่วงแนวท่อส่งน้ำ โดยจะต้องส่งน้ำได้ตลอดทั้งแนวท่อ ตลอดจนมีความสะดวกในการใช้งาน สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศ ก่อสร้างได้ง่ายและประหยัด สำหรับการสูญเสียหลัก (Major Loss) พิจารณาจากสมการของ Hazen-Williams รวมกับการสูญเสียรอง (Minor Loss) และวิเคราะห์ชลศาสตร์การไหลในท่อส่งน้ำรับแรงดันด้วยโปรแกรม EPANET 2.2

การวิเคราะห์ดำเนินการใน 4 กรณี ขอยกตัวอย่างกรณีที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลในกรณีฐาน เมื่อระดับน้ำเริ่มต้นในถังเก็บน้ำอยู่ที่ค่าระดับ +170.00 ม.รทก. ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเร็วน้ำภายในท่อส่งน้ำและความดันที่จุดปล่อยน้ำ แสดงดังรูปที่ 3.8-1 สรุปได้ว่าในรอบหนึ่งวัน มีอัตราการสูบน้ำ 1,220 ลบ./ชม. ตอนเช้าระดับน้ำเริ่มต้นในถังเก็บน้ำอยู่ที่ค่าระดับ +170.00 ม.รทก. ส่งน้ำด้วยท่อ HDPE ขนาด 630 มม. มีความเร็วของน้ำในท่อ 1.20 ม./วินาที ส่งน้ำถึงจุดปล่อยน้ำจุดแรก (Junc19) มีความดันเหลือ 7.58 ม. ส่งน้ำ

ต่อด้วยท่อ HDPE ขนาด 630 มม.ต่อถึงปลายท่อสายหลักสาย MP ปลายท่อที่ Junc34 มีความดันเหลือ 1.65 ม. สำหรับท่อสายแยกได้แก่ สาย 1R-MP ส่งน้ำด้วยท่อ HDPE ขนาด 400 มม. จาก Junc23 ถึง Junc39 มีความดันที่จุดปลายท่อของท่อส่งน้ำสาย 1R-MP เหลือ 0.36 ม.



รูปที่ 3.8-1 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเร็วน้ำภายในท่อส่งน้ำ และความดันที่จุดปล่อยน้ำ กรณีที่ 1

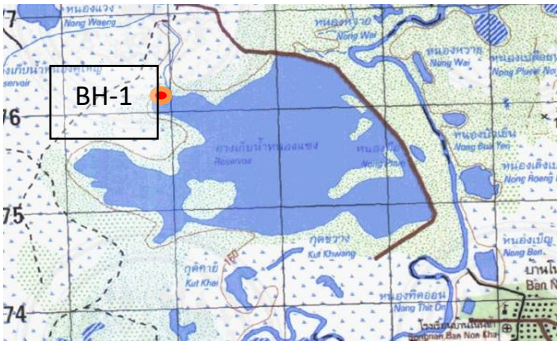
3.9 การตรวจสอบแก้ไขปัญหางานฐานรากและเสาเข็ม

ในขั้นตอนการก่อสร้างก่อนตอกเสาเข็มรับฐานถังเก็บน้ำ ได้กำหนดให้ผู้รับจ้างเจาะสำรวจสภาพชั้นดินโดยการตอกทดลอง (Standard Penetration Test : SPT) เพิ่มเติมอีก 1 หลุมโดยหลุมเจาะ BH-1 ดังแสดงในรูปที่ 3.9-1 ภาพการเจาะสำรวจดิน ดังแสดงในรูปที่ 3.9-2

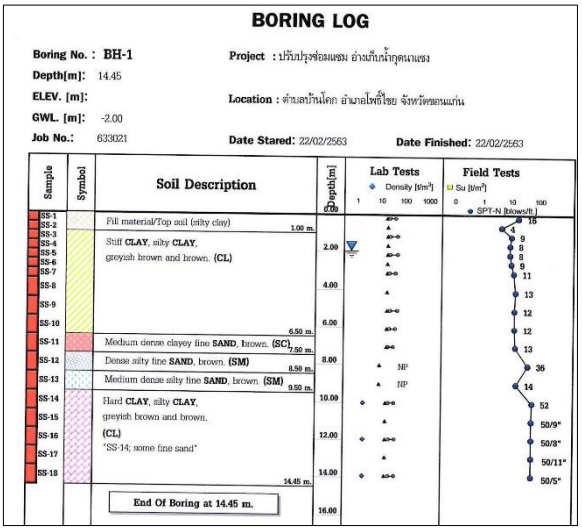
จากผลการเจาะสำรวจดังกล่าว จึงกำหนดวางปลายเสาเข็มที่ความลึกจากดินเดิม 10 ม. ซึ่งมีสภาพเป็นดินเหนียวแข็ง มีค่า N=52 ครั้ง/ฟุต เมื่อรวมกับความสูงของดินถมบดอัดแน่น 95% (Standard Proctor Compaction Test) ความสูง 5 ม.ซึ่งถมขึ้นเพื่อเพิ่มความสูงของถังเก็บน้ำความสูง 11 ม. ความจุขนาด 100 ลบ.ม. จึงกำหนดความยาวเสาเข็มรวมเป็น 15 ม. โดยมีการคำนวณการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเมื่อลบค่า Negative Skin Friction ของดินถมบดอัดแน่นสูง 5 ม. เสาเข็มจะสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ 24.85 ตัน/ต้น แม้ว่าจะมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดในแบบแปลนที่ 26 ตัน/ต้น เล็กน้อยแต่เนื่องจากเมื่อคิดน้ำหนักบรรทุกที่เสาเข็มต้องแบกรับประมาณ 6 ตันต่อต้น (กรณีคิดน้ำหนักแต่ละถังกดลงเสาเข็ม ได้แก่ น้ำหนักน้ำในถัง น้ำหนักถัง น้ำหนักคอนกรีตฐาน รวม 149.76 ตัน เสาเข็มรับ 25 ต้นต่อถัง จึงเฉลี่ยรับน้ำหนัก 6 ตันต่อต้น) ดังนั้นเสาเข็มจึงมีความปลอดภัยเพียงพอ

จากการตอกเสาเข็มขนาด 0.30x0.30x15.00 ม. จำนวน 204 ต้น พบว่าขณะตอกมีเสาเข็มแตกหักเสียหายจำนวน 1 ต้น จึงได้กำหนดให้ผู้รับจ้างทำการสุ่มทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม ด้วยวิธี Seismic Test ตามมาตรฐาน ASTM. D 5882-07 จำนวน 16 ต้น ดังรูปผลการทดสอบในรูปที่ 3.9-3 ถึงรูปที่ 3.9-5 ซึ่งพบว่าเสาเข็มต้นที่ 41 หักเสียหายที่ระยะ 5.1 ม.จากหัวเข็ม สำหรับต้นอื่นๆ พบว่าเสาเข็มสมบูรณ์ และได้กำหนดให้สุ่มทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มต้นอื่นๆ ด้วยวิธี Static Pile Load Test อีกจำนวน 1 ต้น ได้แก่ เสาเข็มต้นที่ 99 เพื่อหาค่าการรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มว่าสามารถรับได้จริงตามกำหนดที่ 26 ตัน/ต้น หรือไม่ การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM. D 1143-81 ซึ่งกำหนดให้ทดสอบ 2

รอบ คือ รอบที่ 1 การเพิ่มและการลดน้ำหนักทดสอบที่ 100 % ที่ค่าน้ำหนัก 26 ตัน รอบที่ 2 การเพิ่มและการลดน้ำหนักทดสอบที่ 250 % ที่ค่าน้ำหนัก 65 ตัน ผังแสดงตำแหน่งทดสอบวิธี Static Pile Load Test ดังแสดงในรูปที่ 3.9-6 ภาพแสดงการทดสอบ Static Pile Load Test บริเวณโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 3.9-7 กราฟการทรุดตัวที่ค่าน้ำหนักบรรทุกที่ 100 %และที่ 250 % ดังแสดงในรูปที่ 3.9-8 ซึ่งสรุปได้ว่าเสาเข็มสามารถรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดได้ 65 ตัน หรือรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ 26 ตัน/ต้น ตามที่กำหนด ซึ่งผ่านเกณฑ์การทดสอบที่กำหนดในแต่ละช่วงเวลาไม่ให้มีการทรุดตัวเกิน 0.25 มม./ชม. โดยมีค่าการทรุดตัวสูงสุด (Total Settlement) 1.765 มม. หลังจากเอาน้ำหนักบรรทุกออกหมด มีค่าทรุดตัวคงที่ (Permanent Settlement) 0.955 มม. ค่าการคืนตัว (Elastic Recovery Rebound) 0.810 มม. ดังนั้นจึงสามารถใช้งานเสาเข็มได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการต่อไป



รูปที่ 3.9-1 แสดงตำแหน่งหลุมเจาะสำรวจดิน BH-1



BORING LOG

Boring No. : BH-1 Project : ปรับปรุงซ่อมแซม อ่างเก็บน้ำกุดนาแซง
Depth[m]: 14.45
ELEV. [m]: Location : ตำบลบ้านโคก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดยโสธร
GWL. [m]: -2.00
Job No.: 633021 Date Stared: 22/02/2563 Date Finished: 22/02/2563

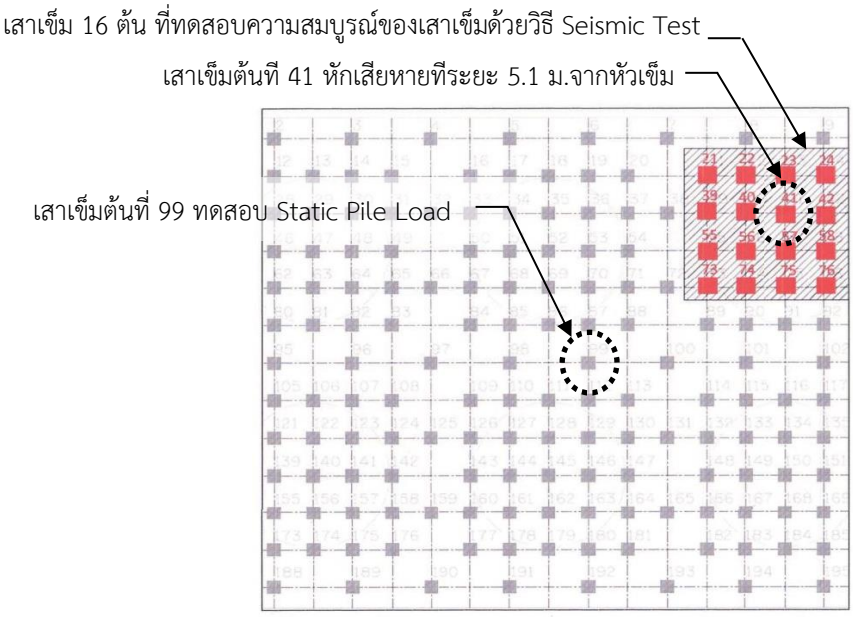
Sample	Symbol	Soil Description	Depth[m]
SS-1		Fill material/Top soil (silty clay) 1.00 m.	0.00
SS-2 SS-3 SS-4 SS-5 SS-6 SS-7 SS-8 SS-9 SS-10		Stiff **CLAY**, silty **CLAY**, greyish brown and brown. **(CL)** 6.50 m.	2.00 4.00 6.00
SS-11		Medium dense clayey fine **SAND**, brown. **(SC)** 7.50 m.	
SS-12		Dense silty fine **SAND**, brown. **(SM)** 8.50 m.	8.00
SS-13		Medium dense silty fine **SAND**, brown. **(SM)** 9.50 m.	
SS-14 SS-15 SS-16 SS-17 SS-18		Hard **CLAY**, silty **CLAY**, greyish brown and brown. **(CL)** "SS-14; some fine sand" 14.45 m.	10.00 12.00 14.00 16.00
		End Of Boring at 14.45 m.	

Lab Tests: Density [t/m³] (1, 10, 100, 1000)
Field Tests: Su [t/m²] (0, 1, 10, 100); SPT-N [blows/ft] (0, 10, 20, 30, 40, 50)

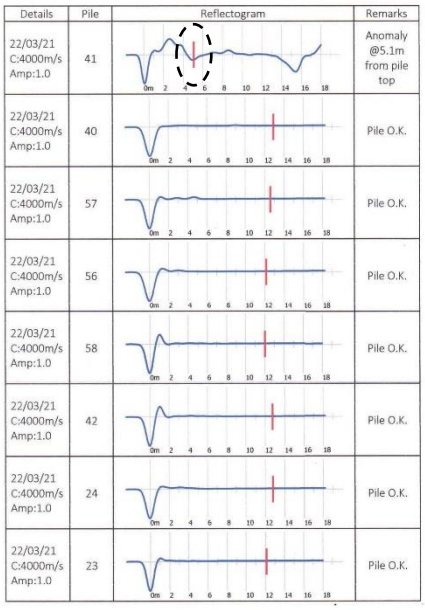
SPT-N: 4, 9, 8, 8, 9, 11, 13, 12, 12, 13, 36, 14, 52, 50/9", 50/8", 50/11", 50/5"

รูปที่ 3.9-2 ภาพและผลการเจาะสำรวจดินหลุมเจาะ BH-1

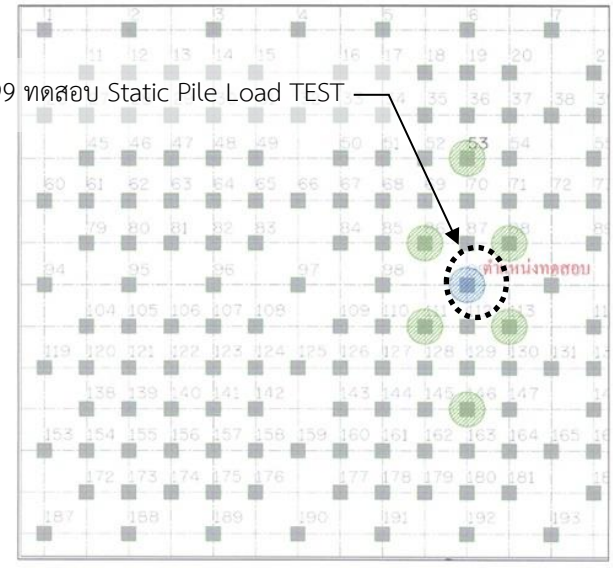
รูปที่ 3.9-3 ภาพแสดงการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม วิธี Seismic Test



รูปที่ 3.9-4 ผังแสดงตำแหน่งทดสอบ วิธี Seismic Test



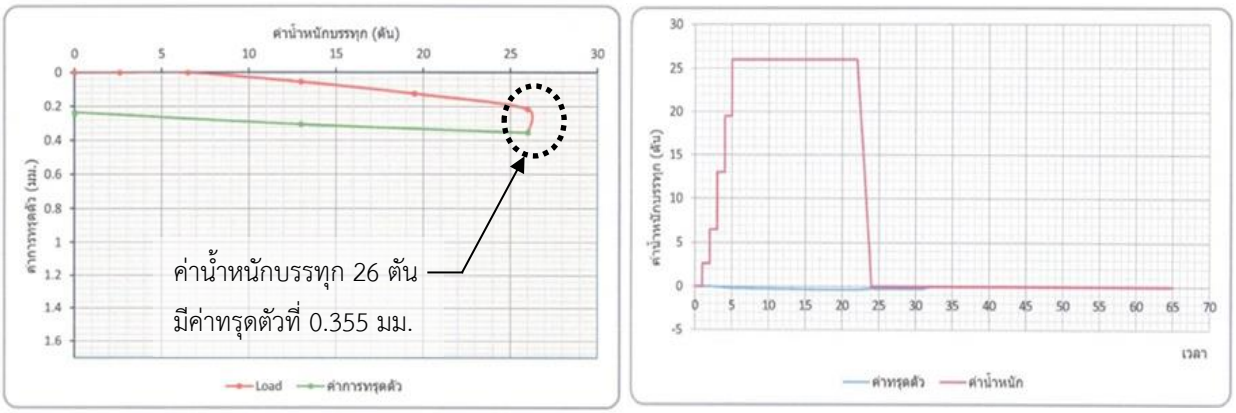
รูปที่ 3.9-5 ตัวอย่างผลการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มวิธี Seismic Test พบว่าเข็มต้นที่ 41 หักเสียหาย



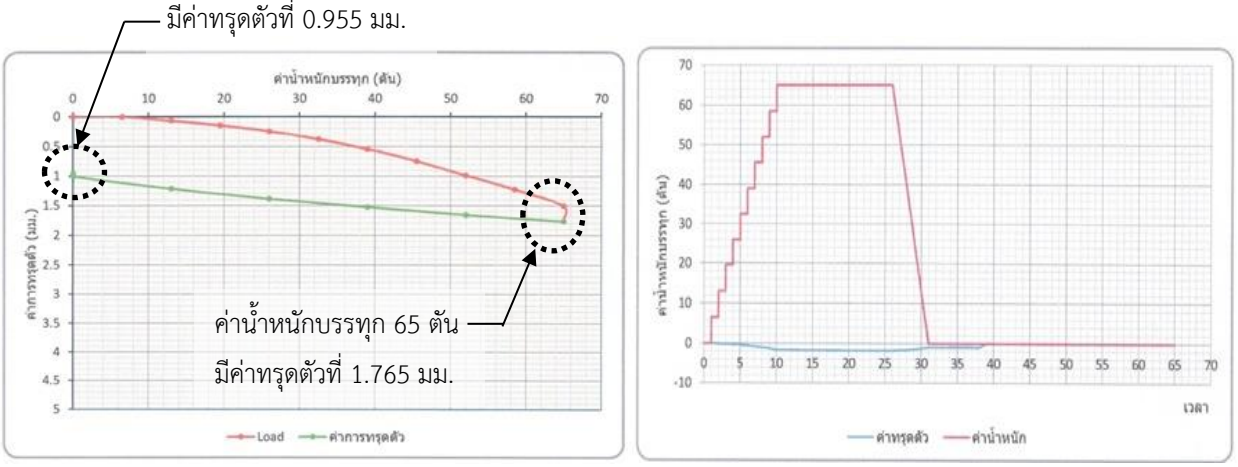
รูปที่ 3.9-6 ผังแสดงตำแหน่งทดสอบวิธี Static Pile Load Test

จากรูปที่ 3.9-8 กราฟการทรุดตัวที่ค่าน้ำหนักบรรทุกที่ 100 เปอร์เซ็นต์และที่ 250 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าที่กราฟค่าความสัมพันธ์ที่น้ำหนักบรรทุก 100 เปอร์เซ็นต์ ค่าน้ำหนักบรรทุก 26 ตัน มีค่าการทรุดตัวที่ 0.355 มม. ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง และกราฟค่าความสัมพันธ์ที่น้ำหนักบรรทุกที่ 250 เปอร์เซ็นต์ ที่ค่าน้ำหนักบรรทุก 65 ตัน (ค่า Safety Factor = 2.50) มีค่าการทรุดตัวที่ 1.765 มม. ที่ระยะเวลาครบ 24 ชั่วโมง

รูปที่ 3.9-7 การทดสอบ Static Pile Load Test บริเวณโครงการ



(ก) กราฟการทรุดตัวที่ค่าน้ำหนักบรรทุกที่ 100 เปอร์เซ็นต์



(ข) กราฟการทรุดตัวที่ค่าน้ำหนักบรรทุกที่ 250 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 3.9-8 กราฟการทรุดตัวที่ค่าน้ำหนักบรรทุกที่ (ก) 100 เปอร์เซ็นต์ และ (ข) 250 เปอร์เซ็นต์

3.10 งานคันดินกั้นน้ำ (Coffer Dam)

งานคันดินกั้นน้ำ (Coffer Dam) จัดทำขึ้นเพื่อกั้นน้ำสำหรับบ่อก่อสร้าง เพื่อให้มีพื้นที่ทำงานได้สะดวกรวดเร็วทั้งงานคอนกรีตฐานรากของโครงสร้างและงานดินขุดลอก สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาคือเรื่องความสูงของคันดินกั้นน้ำ โดยต้องพิจารณาในเรื่องการวิเคราะห์โอกาสในการเกิด โดยการวิเคราะห์โอกาสในการเกิด

จาก $R = 1 - (1-1/T_p)^N$

สำหรับโครงการปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง ได้พิจารณาการหาความสูงของคันดินเพื่อจัดทำ Coffer Dam เพื่อกั้นน้ำสำหรับบ่อก่อสร้าง ได้พิจารณาขนาดน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ 25 ปี และ 50 ปี โดยคิดระยะเวลาก่อสร้าง 2 ปี จะได้ค่าความเสี่ยงที่จะเกิดปริมาณน้ำสูงกว่าที่กำหนด ดังนี้ ที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ 25 ปี $R = 1-(1-1/T_p)^N = 1-(1-1/25)^2 = 0.0784$ หรือมีโอกาส 7.84% ที่จะมีปริมาณน้ำมากกว่าที่ออกแบบไหลข้ามล้ม Coffer Dam ในเวลา 2 ปี ที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ 50 ปี $R = 1-(1-1/T_p)^N = 1-(1-1/50)^2 = 0.0396$ หรือมีโอกาส 3.96% ที่จะมีปริมาณน้ำมากกว่าที่ออกแบบไหลข้ามล้ม Coffer Dam ในเวลา 2 ปี การก่อสร้าง Coffer Dam ของโครงการจึงพิจารณาที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ 25 ปี และเน้นทำงานขุดลอกในฤดูแล้งและได้กำหนดระดับ Coffer Dam ที่ +163.00 ม.รทก. ถมสูงเฉลี่ย 3 ม. ใช้ดินถมจากแหล่งซึ่งจากผลการเจาะสำรวจทางธรณีวิทยาพบว่าเป็นดินเหนียว CL ซึ่งมีความทึบน้ำสามารถกันน้ำได้ดี

3.11 การปรับปรุงซ่อมแซมสันเขื่อนและอาคารระบายน้ำล้น

งานปรับปรุงซ่อมแซมเขื่อนดินได้พิจารณาเรื่องความมั่นคงของลาดเขื่อนดินเพิ่มเติมในแต่ละช่วงเพื่อให้มีความมั่นใจในการดำเนินการปรับปรุงซ่อมแซม โดยการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขื่อน เป็นการคำนวณอัตราส่วนปลอดภัยของตัวเขื่อน (F.S.) โดยใช้ Simplified Bishop Method และนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณสามารถหาอัตราส่วนปลอดภัยได้ตามสมการ

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left[\frac{cb_i + b_i(\gamma h_i - \gamma_w h_{wi})\tan\phi}{\cos\theta_i + (\sin\theta_i + \tan\phi)/FS} \right]}{\sum_{i=1}^{n} \left[\gamma h_i b_i \sin\theta_i + \frac{K_s}{R}\gamma h_i b_i a_i \right]}$$

การใช้อัตราส่วนความปลอดภัยต่ำสุดของเขื่อนเล็กเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จึงไม่ต้องพิจารณาในกรณีที่มีแผ่นดินไหว ในการวิเคราะห์เสถียรภาพเชิงลาดในแต่ละกรณีจะคำนวณหาอัตราส่วนความปลอดภัยที่ต่ำที่สุด (Minimum Factor of Safety) ตามกรณีต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัยที่ต่ำที่สุดตามมาตรฐานที่ยอมให้

โดยข้อมูลและสมมุติฐานที่ใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของคันดินประกอบด้วย

1. ค่าระดับดินเดิม = +160.00 ม.รทก.
2. ค่าระดับสันคันดิน = +165.00 ม.รทก.
3. ค่าน้ำหนักบรรทุกจาก Surcharge Load = 500 กก/ตร.ม.
4. ลาดคันดิน 1:2

5. คุณสมบัติของดินเดิมได้จากหลุมเจาะ BH-5

6. ดินที่นำไปคำนวณหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัย ได้แก่

1) ดินเดิมที่ความลึก 2.50-12.50 ม. ใช้ดิน CL 2) ดินเดิมที่ความลึก 0.00-2.50 ม. ใช้ SM และ 3) คันดินสูง 5 ม. ใช้ดิน CL

7. คุณสมบัติของดินที่นำไปคำนวณหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัย ได้แก่

1) ดินเดิมที่ความลึก 2.50-12.50 เมตร ดิน CL มีค่า Unit weight 20 kN/m^3 (2.0 ton/ m^3) Cohesion 133 kPa (13.33 ton/m^2) และมีค่า Angle of Internal Friction 0 องศา

2) ดินเดิมที่ความลึก 0.00-2.50 เมตร SM มีค่า Unit weight 18 kN/m^3 (1.8 ton/ m^3) Cohesion 0 kPa (0 ton/m^2) และมีค่า Angle of Internal Friction 33 องศา

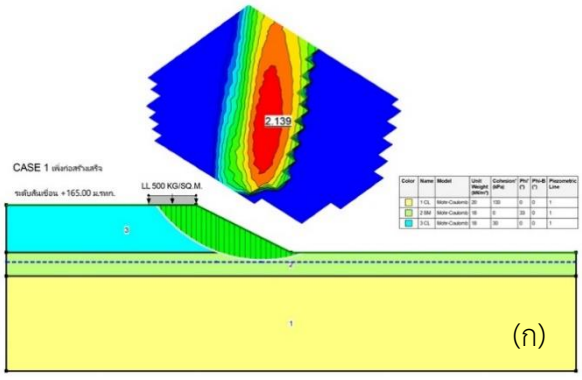
3) คันดินสูง 5 เมตร ดิน CL มีค่า Unit weight 18 kN/m^3 (1.8 ton/ m^3) Cohesion 30 kPa (3.00 ton/m^2) และมีค่า Angle of Internal Friction 0 องศา

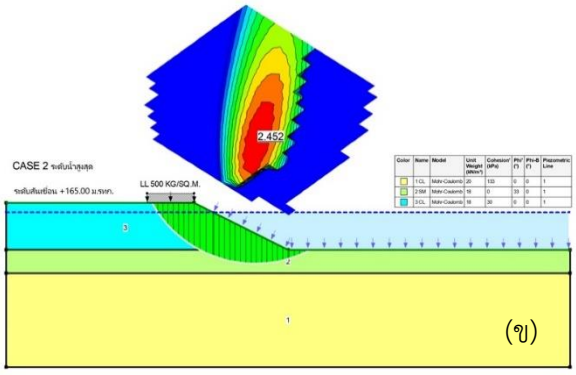
ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนความปลอดภัยของคันดินบริเวณอ่างเก็บน้ำผ่านตามข้อกำหนดในทุกกรณี รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.11-1 และรูปที่ 3.11-1

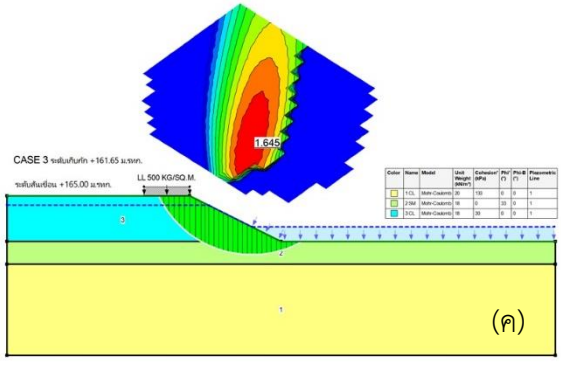
ตารางที่ 3.11-1 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของคันดินบริเวณอ่างเก็บน้ำ

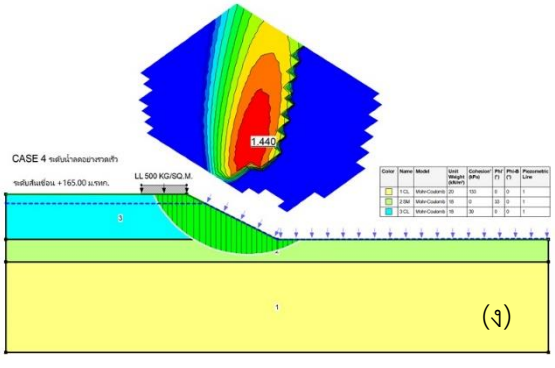
กรณี	รายละเอียด	เงื่อนไข	ตำแหน่ง	ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย
1	เพิ่งก่อสร้างเสร็จ	Static	US	2.139
2	ระดับน้ำสูงสุด	Static	US	2.452
3	ระดับน้ำเก็บกัก	Static	US	1.645
4	ระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว	Static	US	1.440

หมายเหตุ : U/S คือด้านเหนือเขื่อน





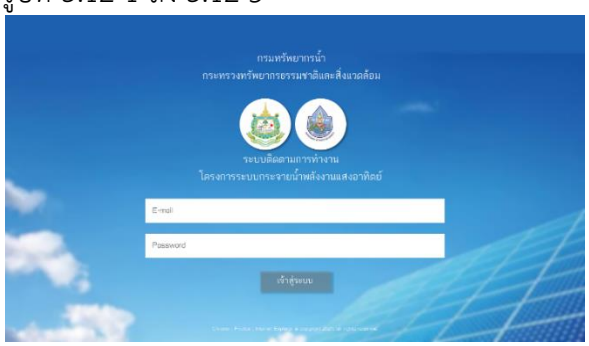




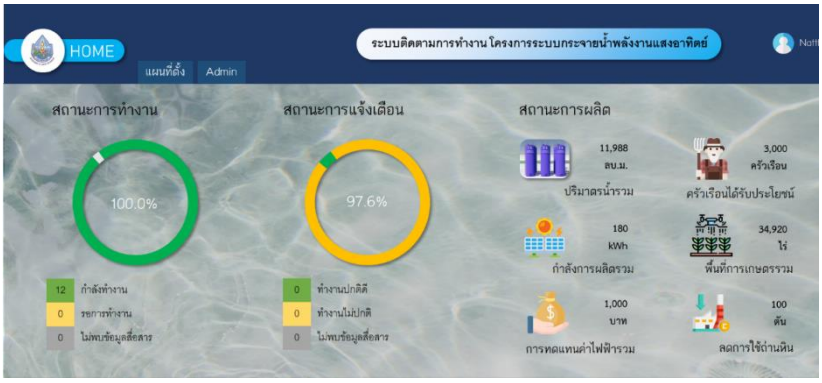
รูปที่ 3.11-1 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยคันดินอ่างเก็บน้ำ (ก) กรณีเพิ่งก่อสร้างเสร็จ (ข) กรณีระดับน้ำสูงสุด (ค) กรณีระดับน้ำเก็บกัก (ง) กรณีระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว

3.12 ระบบตรวจสอบ ติดตามระยะไกล (Monitoring System)

เพื่อให้การตรวจสอบสามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลา มีการบันทึกผลข้อมูลความเข้มแสง กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ การทำงานของเครื่องสูบน้ำ ความชำรุดบกพร่องต่างๆ ข้อมูลการใช้น้ำ เป็นต้น จึงต้องมีระบบตรวจติดตามระยะไกล (Monitoring System) เพื่อให้สามารถตรวจติดตามการดำเนินโครงการได้ตลอดเวลา ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.12-1 ถึง 3.12-5



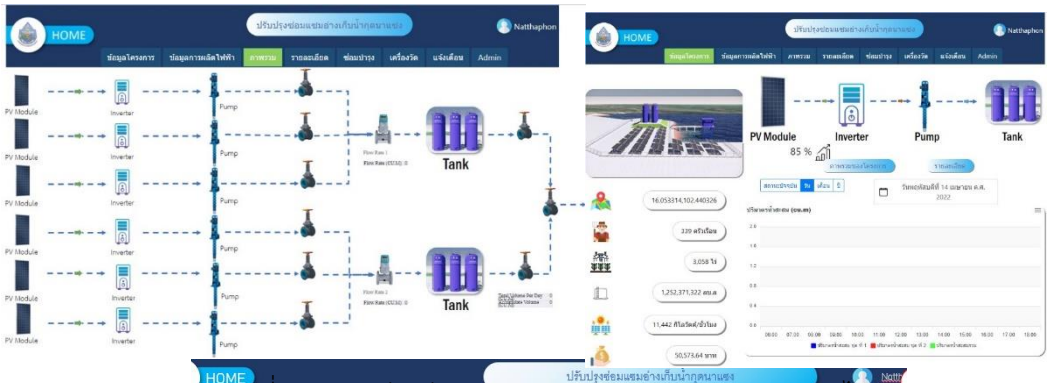
รูปที่ 3.12-1 ตัวอย่างหน้าจอการเข้าระบบตรวจสอบ ติดตามระยะไกล (Monitoring System)



รูปที่ 3.12-2 ตัวอย่างการแสดงผลการตรวจติดตามระยะไกล ในภาพรวมกรณีหลายสถานี

ลำดับ	สถานะ	การสื่อสาร	รายชื่อโครงการ	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ขนาดเครื่องสูบน้ำ (kW)	จำนวนเครื่องสูบน้ำ (ชุด)	ปริมาตรน้ำ (ลบ.ม.)
1 F	เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	ปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง	ภูภาแดง	โคกโพธิ์ชัย	ขอนแก่น	15	6	999
2 S	เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	ปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำหนองหาร สถานีสูบน้ำฝั่งซ้าย	ไชยบุรี	ท่าอุเทน	นครพนม	15	4	999
3 S	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	ปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำหนองหาร สถานีสูบน้ำฝั่งขวา	ไชยบุรี	ท่าอุเทน	นครพนม	15	3	999
4 B	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	ปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำห้วยเสียว สถานีสูบน้ำฝั่งซ้าย	บ้านหินโงม	สร้างคอม	อุดรธานี	7.5	6	999
5 B	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	ปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำห้วยเสียว สถานีสูบน้ำฝั่งขวา	บ้านหินโงม	สร้างคอม	อุดรธานี	7.5	6	999
6 B	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	ปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำบึงพุฒาชัย	หมูม่น	สมเด็จ	กาฬสินธุ์	7.5	6	999
7 B	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	ปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดเรือคำ สถานีสูบน้ำที่ 1	ท่าบ่อ สงคราม	ศรี สงคราม	นครพนม	7.5	6	999
8 B	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	ปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดเรือคำ สถานีสูบน้ำที่ 2	ท่าบ่อ สงคราม	ศรี สงคราม	นครพนม	7.5	6	999
9 S	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	ระบบเครือข่ายหนองหวาย	หนองลาด	เมือง	สกลนคร	30	6	999
10 B	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	อนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำหนองโกรงเกรง	ท่าพ้อ	เมือง	พิจิตร	7.5	6	999
11 S	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	อนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำบึงจิ้ว	ไผ่ล้อม	บางกระทุ่ง	พิษณุโลก	7.5	6	999
12 S	ยังไม่เปิดใช้งาน	ขัดข้อง	อนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งอินทนิล	ไผ่ล้อม	บางกระทุ่ง	พิษณุโลก	7.5	6	999

รูปที่ 3.12-3 ตัวอย่างการแสดงผลการตรวจติดตามระยะไกล รวม 12 สถานี



รูปที่ 3.12-4 ตัวอย่างการแสดงผลการตรวจติดตามระยะไกล

รูปที่ 3.12-5 ตัวอย่างการตรวจติดตามระยะไกลในงานซ่อมบำรุง

3.13 ทางเลือกการพัฒนาสถานีสูบน้ำด้วยระบบไฟฟ้าและระบบโซลาร์เซลล์

การพิจารณาดำเนินโครงการ ต้องพิจารณาในประเด็นทางเลือกการพัฒนาสถานีสูบน้ำด้วยระบบไฟฟ้ากับสถานีสูบน้ำด้วยระบบโซลาร์เซลล์ ทั้งในด้านความคุ้มค่าคุ้มทุนในการดำเนินการ การประหยัดค่าไฟฟ้า ข้อพิจารณาทางด้านเทคนิค การบำรุงรักษา และอายุการใช้งาน เป็นต้น รายละเอียดสามารถดูได้จากผลงานเรื่องการปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง อำเภอโคกโพธิ์ชัย จังหวัดขอนแก่น สรุปได้ว่าในด้านความคุ้มค่าคุ้มทุนในการดำเนินการ การประหยัดค่าไฟฟ้า การปรับปรุงซ่อมแซม การบำรุงรักษาตามอายุการใช้งาน พบว่าสถานีสูบน้ำด้วยระบบโซลาร์เซลล์มีความเหมาะสมในการดำเนินการมากกว่า

ตารางที่ 3.13-1 ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ที่	ประเภทโครงการ	อัตราคิดลดร้อยละ 8		
		NPV (ล้านบาท)	B/C	EIRR (%)
1	สถานีสูบน้ำระบบไฟฟ้า	-3.49	1.03	5.45
2	สถานีสูบน้ำระบบโซลาร์เซลล์	33.44	1.45	10.60

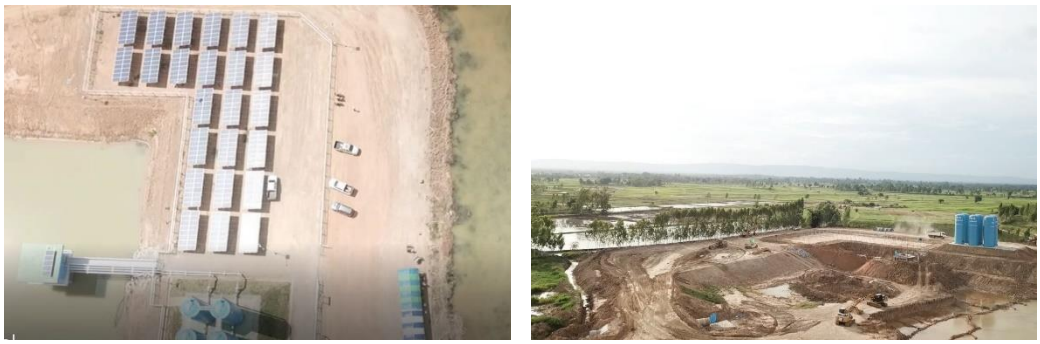
3.14 การบริหารจัดการโครงการ

ในการบริหารจัดการน้ำในโครงการจะเกิดประสิทธิภาพได้ต้องมีเครือข่ายกลุ่มผู้ใช้น้ำ รวมตัวกันเพื่อดำเนินกิจกรรมร่วมกันตามความต้องการของกลุ่มผู้ใช้น้ำ มีกฎกติกาและรูปแบบการใช้น้ำอย่างเหมาะสมที่จะสามารถเกิดประโยชน์ร่วมกันได้ ความสำเร็จในการจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ คือความชัดเจนของผลประโยชน์ที่ราษฎรจะได้รับจากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ รายละเอียดสามารถดูได้จากผลงานเรื่องการปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง อำเภอโคกโพธิ์ชัย จังหวัดขอนแก่น

4. ผลการดำเนินโครงการ

การก่อสร้างโครงการได้ดำเนินการแล้วเสร็จตามวัตถุประสงค์ของโครงการ จุดเด่นของโครงการ ได้แก่ ความหลากหลายทางด้านวิชาการของงานด้านวิศวกรรมโยธาที่มีความเกี่ยวข้องและต้องนำมาประยุกต์ใช้ จึงจะสามารถดำเนินการโครงการให้สำเร็จลุล่วงได้ ตั้งแต่ การวางโครงการ การคำนวณและออกแบบ การอำนวยการควบคุม ซึ่งต้องพิจารณาในหลากหลายประเด็นของโครงการ เช่น ด้านอุทกวิทยา ด้านชลศาสตร์ งานดินขุดลอก งาน Coffer dam งานสูบน้ำระหว่างก่อสร้าง งานอาคารโครงสร้าง คสล. งานถังเก็บน้ำไฟเบอร์กลาส งานระบบสูบน้ำและงานระบบไฟฟ้าควบคุม งานระบบโซลาร์เซลล์ งานระบบกระจายน้ำและอาคารประกอบต่างๆ งานปรับปรุงคันเขื่อนดินโดยใช้หินเรียง งานดินและฐานราก งานตอกเสาเข็ม งานบดอัดดิน งานระบบตรวจสอบ ติดตามระยะไกล (Monitoring System) เป็นต้น โดยภาพมุมสูงโครงการดังแสดงในรูปที่ 4-1 ถึงรูปที่ 4-3

รูปที่ 4-1 ภาพมุมสูงภาพรวมผลการดำเนินโครงการ เมื่อมองไปทางอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 4-2 ภาพมุมสูงภาพรวมผลการดำเนินโครงการ เมื่อมองเหนือสถานีสูบน้ำ

รูปที่ 4-3 ภาพมุมสูงภาพรวมผลการดำเนินโครงการ ในวันประชุมร่วมกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ผลการดำเนินงานสถานีสูบน้ำของโครงการปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง มีจำนวน 1 สถานี ขนาด 5.00 x 5.50 ม. เครื่องสูบน้ำขนาด 0.032 ลบ.ม./วินาที จำนวน 6 เครื่อง รวมอัตราการสูบน้ำ

0.192 ลบ.ม./วินาที มอเตอร์ขนาด 15 Kw ต่อเครื่อง สูบน้ำส่งขึ้นถังเก็บน้ำไฟเบอร์กลาสขนาด 100 ลบ.ม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.50 ม. สูง 11 ม. จำนวน 6 ถัง ส่งน้ำให้พื้นที่การเกษตร 3,058 ไร่ โดยสถานีสูบน้ำพร้อมถังไฟเบอร์กลาสขนาด 100 ลบ.ม. จำนวน 6 ถัง ดังแสดงในรูปที่ 4-4

รูปที่ 4-4 สถานีสูบน้ำของโครงการปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง

ภาพผลการก่อสร้างองค์ประกอบต่างๆของ โครงการปรับปรุงซ่อมแซมอ่างเก็บน้ำกุดนาแซง ดังแสดงในรูปที่ 4-5 ถึงรูปที่ 4-8

รูปที่ 4-5 การตรวจสอบขนาดความหนาท่อส่งน้ำ การใช้เครื่อง Data Logger เก็บข้อมูลในการเชื่อมท่อ HDPE และการตรวจสอบและวัดความดันน้ำในเส้นท่อ และการทดลองเปิดใช้น้ำ

รูปที่ 4-6 งานระบบเครื่องสูบน้ำ และตู้ควบคุมในโครงการ

รูปที่ 4-7 งานระบบโซลาร์เซลล์ การเดินสายเข้าตู้ควบคุมและ Inverter ในโครงการ และการติดตั้ง Check Valve, Butterfly Valve, Surge Anticipating Valve และ Air Valve

รูปที่ 4-8 ระบบตรวจสอบ ติดตามระยะไกล (Monitoring System) มิเตอร์วัดปริมาณการไหลของน้ำ ตู้ Terminal รวมสาย RTU รวบรวมข้อมูลและแสดงผลข้อมูล และกล้องวงจรปิดระบบโซลาร์เซลล์ในโครงการ

5. บรรณานุกรม

การออกแบบแหล่งน้ำ สำหรับงานเร่งรัดพัฒนาชนบท. (2529). กรุงเทพฯ: กองสำรวจและออกแบบ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท.

คู่มือการสำรวจออกแบบโครงการพัฒนาและอนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำ. (2557). กรุงเทพฯ: กลุ่มการวิจัยและพัฒนาแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คู่มือเกณฑ์กำหนดการออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ. (2550). กรุงเทพฯ: ส่วนเทคโนโลยีและมาตรฐาน สำนักพัฒนาแหล่งน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ.

คู่มือแนวทางการบริหารจัดการมูลดิน หรือวัสดุที่ได้จากการขุดลอกแหล่งน้ำของกรมทรัพยากรน้ำ. (2563). กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี. (2545). วิศวกรรมชลศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัท โอเชี่ยน บลูพริ้นท์ จำกัด.

พรพจน์ ตันเส็ง. (2554). วิศวกรรมฐานราก Foundation Engineering [เอกสารคำสอน]. นครราชสีมา. สาขาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มหัศจรรย์พันธุ์ดิน. (2548). กรุงเทพฯ: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

รัฐธรรม อิสโรหาร. (ม.ป.ป.). คู่มือการใช้โปรแกรม KUslope version 2.0. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและพัฒนาปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรากร ไม้เรียง. (2542). วิศวกรรมเขื่อนดิน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไลบรารี่ นาย.

วีระพล แต้สมบัติ. (2531). อุทกวิทยาประยุกต์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2564). แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ. สืบค้น 15 กันยายน 2564. จาก https://data.go.th/dataset/watershed-class

เสรี จันทรโยธา และ ชัยพันธุ์ รักวิจัย (2556). ชลศาสตร์การไหลในทางน้ำเปิดขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารียา ฤทธิมา. (2561). อุทกวิทยา (Hydrology) [เอกสารคำสอน]. นครปฐม. ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

Bowles J. E. (1997). Foundation Analysis and Design (5th ed.). Singapore. McGraw-Hill, Inc.

Japan Association of Agricultural Engineering Enterprises. (1991). Pumping Station Engineering Handbook. Tokyo. n.p.

Lewis A. Rossman. (2000). Epanet 2 User Manual. OH: National Risk Management Research Laboratory, Office of research and development, U.S. Environmental Protection Agency.

Nemec, Jaromir. (1972). Engineering Hydrology. London. McGraw-Hill, Inc.

Peck, R. B., Hanson W. E., & Thornburn T. H. (1974). Foundation Engineering (2nd ed.). Canada. John Wiley & Sons, Inc.

Sadiq Ahmed. (1983). Shadow Prices for Economic Appraisal of Projects An Application to Thailand. DC. The World Bank Washington, D.C., U.S.A.

United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation. (1987). Design of Small Dams (3rd ed.). DC: U.S. Government Printing Office.

Ven Te Chow. (1959). Open Channel Hydraulics. Tokyo. McGraw-Hill, Inc.

Ven Te Chow. (1988). Applied Hydrology. Singapore. McGraw-Hill, Inc.