

การศึกษาศักยภาพโครงการหนองเล็งเปื้อน จังหวัดกาฬสินธุ์
เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำ

ร้อยเอกชिरพงศ์ ปิติแก่นทราย

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2558

การศึกษาศักยภาพโครงการหนองเล็งเปื้อย จังหวัดกาฬสินธุ์
เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงการ

(รศ. ดร.ขวัญกมล คอนขวา)

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.ปรีชาพร โกษา)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ)

(ผศ. ดร.มงคล จิรวรรณ)

กรรมการ

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ร้อยเอกชิรพงศ์ ปิติแก่นทราย : การศึกษาศักยภาพโครงการหนองเล็งเปือย จังหวัด
กาฬสินธุ์ เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำ (THE STUDY OF CAPACITY IN NHONG
LERNG PEUY PROJECT, KALASIN PROVINCE, TO SUPPORT WATER
DEMAND) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร โกษา

แก้มลิงหนองเล็งเปือยเป็นแหล่งน้ำสาธารณะมีพื้นที่ประมาณ 887 ไร่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ 4 ตำบล 2 อำเภอ ของจังหวัดกาฬสินธุ์ คืออำเภอกมลาไสยและอำเภอร่องคำ ปัจจุบันมีสภาพดินเงินจากตะกอนดินทับถม และฝายกั้นน้ำชำรุด ทำให้ไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการเกษตรและการอุปโภคบริโภคได้เพียงพอในช่วงฤดูแล้ง แต่ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำท่าไหลลงหนองน้ำ เกินความจุของหนองน้ำ จึงทำให้เกิดน้ำท่วมซ้ำซากทุกปี จึงมีโครงการพัฒนาและปรับปรุงแก้มลิงหนองเล็งเปือย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (เพิ่มเติม) ปี พ.ศ. 2558 ขึ้น ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสมดุลของปริมาณการกักเก็บน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปือยกับความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภคและการเกษตร ของประชาชนในพื้นที่โดยรอบแก้มลิงหนองเล็งเปือย

จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่แก้มลิงหนองเล็งเปือย มีปริมาณน้ำไหลเข้ารายเดือนเฉลี่ย 14,670,390 ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณความต้องการใช้น้ำในทุกกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยรายเดือน 3,469,739 ลูกบาศก์เมตร แต่ปัจจุบันแก้มลิงหนองเล็งเปือยมีความสามารถในการกักเก็บเพียง 7,443,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีปริมาณน้ำท่าที่ถูกปล่อยออกโดยไม่สามารถกักเก็บเพื่อใช้ประโยชน์จากน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่ได้ ดังนั้นควรมีการพัฒนาหาแหล่งน้ำที่จะสามารถเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำในพื้นที่ให้ได้เพิ่มขึ้นหรือเพิ่มสถานีสูบน้ำให้สามารถขยายพื้นที่ทางการเกษตรให้ได้ใช้น้ำให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ อย่างไรก็ตาม การศึกษาในพื้นที่แก้มลิงหนองเล็งเปือยนั้น พบว่ายังขาดข้อมูลที่เป็นปัจจุบันในพื้นที่เกษตรกรรมในการระบุชนิดของพืชที่ปลูกรอบพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์จากแก้มลิงหนองเล็งเปือย เนื่องจากมีพื้นที่ครอบคลุมขนาดใหญ่ ควรพิจารณาในการมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม ทั้งข้อมูลระบบการส่งน้ำในพื้นที่ เพื่อจะให้หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องและองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นดำเนินการต่อไป

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

CAPT. CHEERAPONG PITIKAENSAI : THE STUDY OF CAPACITY IN NHONG LERNG PEUY PROJECT, KALASIN PROVINCE, TO SUPPORT WATER DEMAND. ADVISOR. ASST. PROF. PREEYAPHORN KOSA, Ph.D.

The Nhong Lerng Peuy project is a public water source covering an area of 887 rai, 4 tompons and 2 amphurs (Amphur Kamonlasai and Amphur Rongkam) of Kalasin province. The current condition of shallow sediment deposition and damaged dam causes the reduction of water storage for use in the both of agriculture and sufficient consumption during dry season. On the other hand, during rainy season, a surplus of runoff overflowing into the march causes flooding every year. The royal project of development and improvement for the Nhong Lerng Peuy project was repeatedly created. Therefore, the objective of this study is to study a water balance between the storage capacity of water supply and the demand for agriculture and other consumption water.

The study was found that the runoff flowing into the Nhong Lerng Peuy project was about 14,670,390 cubic meters per month while the water demand in all activities was about 3,469,739 cubic meters a month. Nevertheless, the capacity of the Nhong Lerng Peuy project is currently 7,443,000 cubic meters. This is indicated that there was runoff released without the retention. Therefore, it is necessary to storage this runoff or to add additional pumping stations in order to expand the area of agricultural water use for its full advantages. However, the study of the Nhong Lerng Peuy project was also indicated that there was the lack of updated information on agricultural area to identify the plants growing around this project. Thus, further data acquisition should be implemented so that relevant government agencies and local authorizes would subsequently proceed their tasks.

School of Civil Engineering
Academic Year 2015

Student's Signature _____
Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จสำเร็จตามเป้าหมายได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ ทั้งทางด้านวิชาการและการดำเนินการโครงการด้วยดีมาโดยตลอด ทั้งนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณจากบุคคลสำคัญต่าง ๆ ได้แก่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชาพร โกษา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยกรุณาตรวจทานแก้ไขโครงการนี้จนแล้วเสร็จสมบูรณ์

ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ที่ให้โอกาสในการศึกษา ให้คำปรึกษาที่ดี และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

หน่วยงานราชการ องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ที่ผู้วิจัยได้รวบรวมจัดทำข้อมูล โดยได้รับการช่วยเหลือ ในการรวบรวมข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ดีกับผู้วิจัย และทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อโครงการฉบับนี้

และบุคคลสำคัญที่ผู้วิจัย ต้องขอบพระคุณ คือ บิดา มารดา รวมถึงครอบครัวทุกท่าน และกานต์สินี ปิติแก่นทราย ที่ได้ให้กำลังใจที่ดีตลอดมาจนทำให้โครงการประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

ร้อยเอกชिरพงศ์ ปิติแก่นทราย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ช
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	2
2 ปฏิศน์ววรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 พื้นที่ศึกษา.....	3
2.1.1 ที่ตั้งและสภาพภูมิประเทศ.....	3
2.1.2 ขอบเขตของการปกครอง.....	6
2.1.3 พื้นที่และปริมาณการเก็บกักของแก้มลิงหนองเล็งเป็อย.....	7
2.1.4 สภาพธรณีวิทยา และทรัพยากรดินของพื้นที่หนองเล็งเป็อย.....	10
2.2 วัฏจักรน้ำ (Hydrologic Cycle).....	13
2.2.1 ความชื้นในบรรยากาศ (Atmospheric Moisture).....	14
2.2.2 หยาดน้ำฟ้า (Precipitation).....	14
2.2.3 การซึมลงดิน (Infiltration).....	15
2.2.4 การไหลของน้ำบนผิวดิน (Surface Runoff).....	15
2.2.5 การระเหย (Evaporation).....	15
2.2.6 การคายน้ำของพืช (Transpiration).....	16
2.3 ทฤษฎีสมมูลน้ำ.....	16
2.3.1 การหาค่าปริมาณน้ำท่าโดยวิธี SCS-CN method.....	16

2.4	การหาปริมาณความต้องการใช้น้ำ	19
2.4.1	การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช	19
2.4.2	ความต้องการใช้น้ำสัตว์	22
2.4.3	การหาปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค – บริโภค	22
2.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
3	วิธีการดำเนินโครงการ	25
3.1	ภาพรวมขั้นตอนการดำเนินโครงการ	25
3.2	ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	25
3.3	การวิเคราะห์ข้อมูล	32
4	ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	34
4.1	ปริมาณน้ำที่ไหลเข้า (Inflow)	34
4.2	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ	38
4.2.1	ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค	38
4.2.2	ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตร	39
4.2.3	ปริมาณการใช้น้ำของสัตว์	41
4.3	ปริมาณการสูญเสีย	42
4.3.1	ปริมาณการสูญเสียจากการระเหย	42
4.3.2	ปริมาณการซึมของดิน	44
4.4	ปริมาณการใช้น้ำทุกกิจกรรม (Outflow)	45
4.5	สมดุลน้ำ	46
4.6	แนวทางการบริหารจัดการน้ำ	50
5	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	51
5.1	สรุปผลการวิจัย	51
5.2	ข้อเสนอแนะ	52
	เอกสารอ้างอิง	54
	ประวัติผู้เขียน	55

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 จำนวนประชากรบริเวณพื้นที่โครงการฯ	7
2.2 อัตราการซึมของน้ำในเนื้อดินแต่ละชนิด	15
2.3 Runoff curve number (CN) ของการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดต่างๆ ของ SCS	18
3.1 ปริมาณการระเหยรวมรายเดือน (มิลลิเมตร) พ.ศ.2543 – 2557	28
3.2 ปริมาณฝนรวมรายเดือน (มิลลิเมตร) พ.ศ.2543 - 2557	29
3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวน้ำกับปริมาตรกักน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปือย	30
3.4 ปฏิทินการปลูกพืชของเกษตรกรพื้นที่รอบแก้มลิงหนองเล็งเปือย	31
4.1 ปริมาณน้ำท่า (DR) รายเดือน (มิลลิเมตร)	36
4.2 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าแก้มลิงหนองเล็งเปือย (ล้านลูกบาศก์เมตร)	37
4.3 ปริมาณความต้องการใช้น้ำเฉลี่ยรายเดือน (ลูกบาศก์เมตร)	39
4.4 ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในจังหวัดกาฬสินธุ์	40
4.5 ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรเฉลี่ยรายเดือน (ลูกบาศก์เมตร)	40
4.6 จำนวนสัตว์เลี้ยงและเกณฑ์การใช้น้ำของสัตว์เลี้ยง (ลูกบาศก์เมตร)	41
4.7 ปริมาณการใช้น้ำของสัตว์เลี้ยง (ลูกบาศก์เมตร)	41
4.8 ปริมาณการระเหยรวมรายเดือนในคาบ 15 ปี	43
4.9 ลักษณะของดินและคุณสมบัติทางวิศวกรรม	44
4.10 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนเฉลี่ยทั้งหมด (Outflow) (ลูกบาศก์เมตร)	46
4.11 ผลการวิเคราะห์สมดุลน้ำเฉลี่ยรายเดือน (ลูกบาศก์เมตร)	47
4.12 เปรียบเทียบสมดุลน้ำระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด	49

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ที่ตั้งหนองเล็งเปื่อย ในลุ่มน้ำสาขาลำปาวตอนล่าง ของลุ่มน้ำชี.....	4
2.2 หนองเล็งเปื่อยในอดีต ซึ่งประกอบด้วยหนองน้ำเล็กๆ 6 หนอง.....	4
2.3 ระดับความสูงของพื้นที่ บริเวณหนองเล็งเปื่อย.....	5
2.4 เขตพื้นที่ที่ติดต่อบริเวณหนองเล็งเปื่อย.....	6
2.5 แบบการขุดลอกแก้มลิงหนองเล็งเปื่อย ที่ดำเนินการโดยกองทัพบก ระยะที่ 1.....	8
2.6 แบบการขุดลอกแก้มลิงหนองเล็งเปื่อย ที่ดำเนินการโดยกองทัพบก ระยะที่ 2.....	8
2.7 พื้นที่แก้มลิงหนองเล็งเปื่อยที่ดำเนินการขุดลอก โดยกองทัพบก.....	9
2.8 แผนที่ธรณีวิทยา จังหวัด กาฬสินธุ์.....	11
2.9 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน ตำบลสามัคคี อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์.....	12
2.10 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน ตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์.....	12
2.11 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน ตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์.....	12
2.12 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน ตำบลโพนงาม อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์.....	13
2.13 วัฏจักรน้ำ.....	14
2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน น้ำท่า และการดูดซับน้ำของลุ่มน้ำ.....	18
3.1 ขั้นตอนการศึกษาศักยภาพหนองเล็งเปื่อยเพื่อรองรับการใช้น้ำของประชากรในท้องถิ่น	27
3.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินรอบแก้มลิงหนองเล็งเปื่อย.....	32
4.1 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน 15 ปี (พ.ศ.2543-2557).....	34
4.2 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ไหลเข้าแก้มลิงหนองเล็งเปื่อย.....	38
4.3 ปริมาณการระเหยรายเดือน เฉลี่ย ในรอบ 15 ปี.....	43
4.4 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนทั้งหมด (Outflow).....	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แก้มลิงหนองเลิงเปือยเป็นแหล่งน้ำสาธารณะมีพื้นที่ประมาณ 887 ไร่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ 4 ตำบล 2 อำเภอ ของจังหวัดกาฬสินธุ์ คืออำเภอกมลาไสยและอำเภอร่องคำ ปัจจุบันมีสภาพตื้นเขินจากตะกอนดินทับถม และฝายกั้นน้ำชำรุด ทำให้ไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการเกษตรและการอุปโภคบริโภคได้เพียงพอในช่วงฤดูแล้ง แต่ในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนจะมีปริมาณน้ำไหลลงหนองตั้งแต่ 8-14 ล้าน ลบ.ม. เกินความจุของหนองน้ำ จึงทำให้เกิดน้ำท่วมซ้ำซากทุกปี จากปัญหาความเดือดร้อนของราษฎรในพื้นที่ อำเภอกมลาไสยและอำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ประสบปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้งมาตลอดทุกปี จนราษฎรได้ขอพระราชทานโครงการขุดลอกหนองเลิงเปือย และซ่อมแซมฝาย บริเวณ ตำบลสามัคคี อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์

ในปี พ.ศ. 2553 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้า ฯ รับโครงการดังกล่าวไว้เป็นโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เมื่อวันที่ 17 สิงหาคม 2554 โดยสำนักงานคณะกรรมการพิเศษ เพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) มูลนิธิอุทกพัฒน์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ กองทัพบก กระทรวงมหาดไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และสถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมปิดทองหลังพระ สืบสานแนวทางตามพระราชดำริ ร่วมกันดำเนินโครงการพัฒนาแก้มลิงหนองเลิงเปือยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อแก้ไขปัญหาคความเดือดร้อนของราษฎรใน 53 หมู่บ้าน 4 ตำบล 2 อำเภอ ให้พ้นจากปัญหาภัยพิบัติซึ่งเกิดจากน้ำ และพัฒนาคุณภาพชีวิตให้มีความมั่นคงในการประกอบอาชีพอย่างยั่งยืน โดยแผนงานระยะที่ 1 ของโครงการ คือการขุดลอกหนองเลิงเปือยเพื่อเพิ่มปริมาณกักเก็บน้ำ และนำดินที่ขุดได้มาเพิ่มถมบริเวณพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก ซึ่งให้ประโยชน์ทั้ง 2 ด้าน คือทั้งการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและเพิ่มพื้นที่ทำการเกษตร คิดเป็นพื้นที่รับประโยชน์ถึง 5,827 ไร่และในอนาคตมีแผนดำเนินงานพัฒนาการบริหารจัดการน้ำและเสริมองค์ความรู้ทางด้านเกษตรกรรมให้แก่ราษฎร เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีและมั่นคง พร้อมทั้งยังมีแผนการดำเนินการขุดลอกหนองเลิงเปือยใน พื้นที่ที่สาธารณะประโยชน์ประมาณ 140 ไร่ ที่ไม่ได้ดำเนินการขุดลอก ซึ่งราษฎรในพื้นที่อำเภอร่องคำและอำเภอกมลาไสย มีความเห็นเป็น 2 แนวทาง คือ เห็นชอบกับการขุดลอกและเห็นชอบให้พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่สาธารณะและใช้ประโยชน์ร่วมกัน คณะกรรมการ

สถาบันพัฒนาและส่งเสริมกิจกรรมปิดทองหลังพระฯ จึงมีมติเห็นชอบให้มีการจัดประชาคมการ ชุคลอกหนองเล็งเปือยระยะที่ 2 เพื่อหาแนวทางดำเนินการที่เป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย และด้วยความร่วมมือจากหน่วยงานราชการและองค์กรต่างๆ ที่เคยผลักดันให้เกิดโครงการชุคลอกเมื่อปี พ.ศ. 2557 จึงทำให้เกิดโครงการพัฒนาและปรับปรุงแก้มลิงหนองเล็งเปือย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (เพิ่มเติม) ปี พ.ศ. 2558 ขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่แก้มลิงหนองเล็งเปือย
- 1.2.2 เพื่อประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำในทุกกิจกรรม
- 1.2.3 เพื่อวิเคราะห์สมมูลน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปือย
- 1.2.4 เพื่อศึกษาการบริหารจัดการน้ำจากแก้มลิงหนองเล็งเปือยให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามความเหมาะสมของพื้นที่

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.3.1 พื้นที่แก้มลิงหนองเล็งเปือยและพื้นที่โดยรอบ
- 1.3.2 พิจารณาเส้นชั้นความสูงพื้นที่ขอบเขตโดยรอบแก้มลิงหนองเล็งเปือยและพื้นที่โดยรอบ
- 1.3.3 ข้อมูลปริมาณฝนในพื้นที่ อำเภอกมลาไสย และอำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
- 1.3.4 พื้นที่ศึกษาประกอบด้วยพื้นที่เกษตรกรรมจำนวน 5,938 ไร่

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

- 1.4.1 ทราบถึงปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่แก้มลิงหนองเล็งเปือย
- 1.4.2 ทราบถึงความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภค บริโภคและการเกษตร ของประชาชนในพื้นที่โดยรอบแก้มลิงหนองเล็งเปือย
- 1.4.3 สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปือยต่อปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมดในพื้นที่โดยรอบแก้มลิงหนองเล็งเปือย
- 1.4.4 สามารถวิเคราะห์สมมูลในการใช้น้ำจากแก้มลิงหนองเล็งเปือย เพื่อให้เกิดศักยภาพในการบริหารจัดการน้ำที่ดี

บทที่ 2

ปรัทศน์วรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

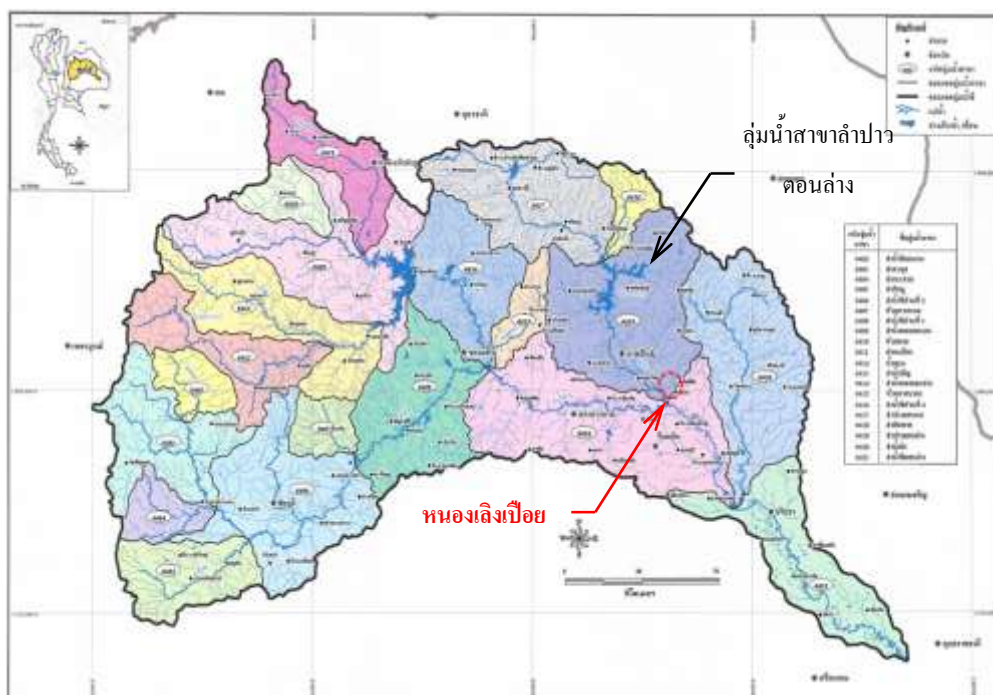
2.1 พื้นที่ศึกษา

2.1.1 ที่ตั้ง และ สภาพภูมิประเทศ

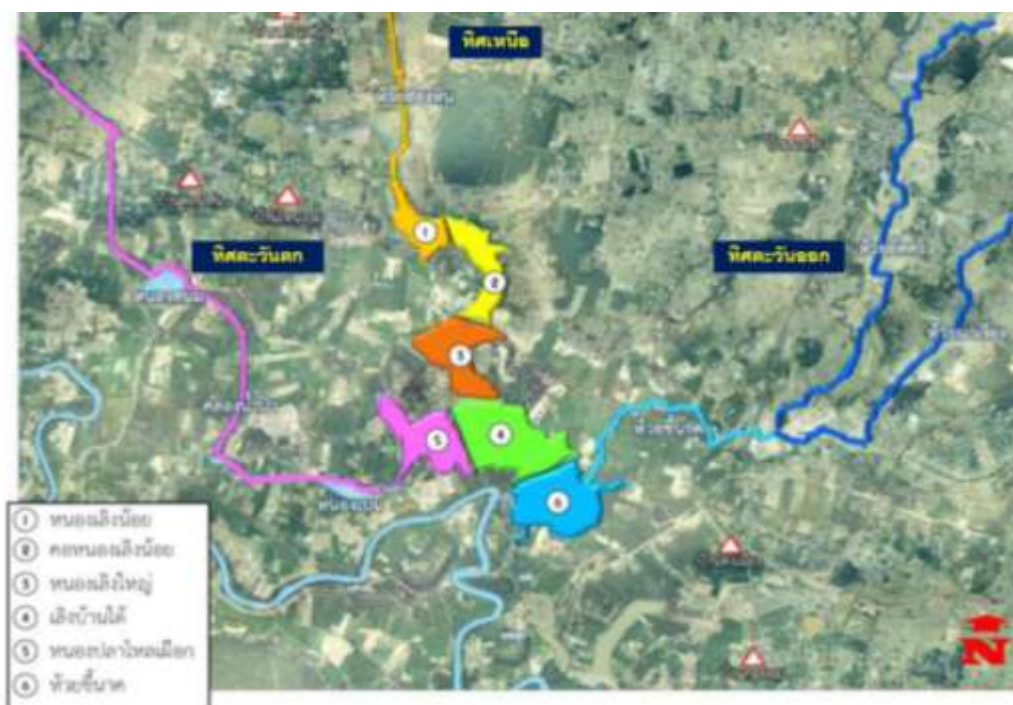
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2557) หนองเล็งเปือยตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ อ.ร่อนคำและ อ.กมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ พิกัด (UTM) 360000 E และ 1801000 N (ระหว่าง 5741 IV) อยู่ห่างจาก อ.เมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ไปทางตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 24.5 กิโลเมตร และอยู่ทางใต้ของเขื่อนลำปาว ประมาณ 47 กิโลเมตร

หนองเล็งเปือยเป็นหนองน้ำธรรมชาติ ในลุ่มน้ำสาขาลำปาวตอนล่าง ของลุ่มน้ำชี แสดงดังรูปที่ 2.1 ในอดีตนั้น หนองเล็งเปือยประกอบด้วยหนองน้ำ เล็กๆ ซึ่งชาวบ้านเรียกว่า “เล็ง” (“เล็ง” ในภาษาอีสานแปลว่า หนองน้ำขนาดเล็ก) จำนวน 6 แห่ง ได้แก่ หนองเล็งน้อย, คอหนองเล็งน้อย, หนองเล็งใหญ่, เล็งบ้านไต้, หนองปลาไหลเผือก, และห้วยจี่นาค แสดงดังรูปที่ 2.2 มีพื้นที่รวมประมาณ 887 ไร่

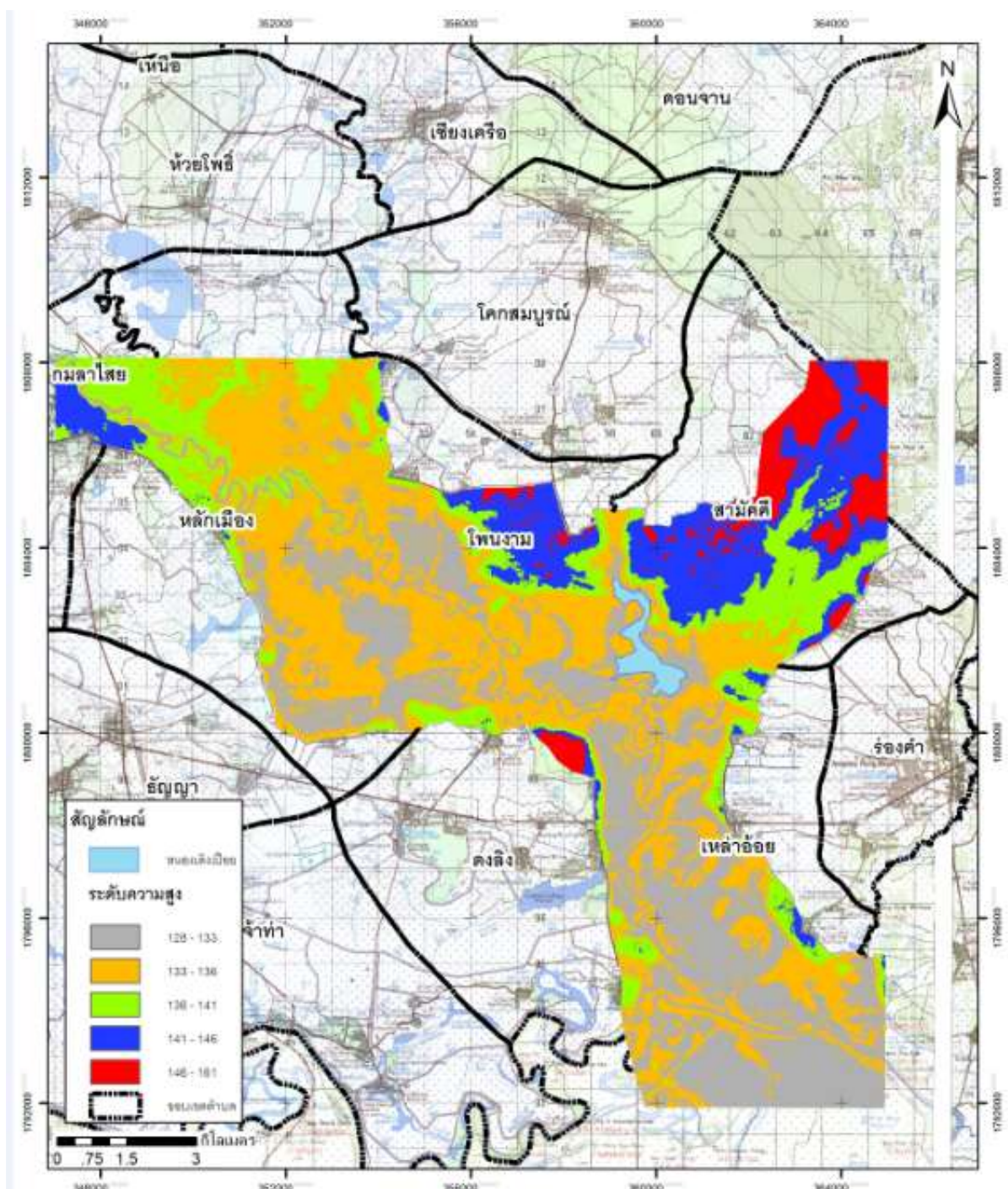
สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปบริเวณหนองเล็งเปือยมีลักษณะเป็นที่ราบทุ่งนา ลูกเนิน และหนองน้ำ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ เป็นทุ่งนา และบางส่วนเป็นที่ดอน หรือเนินสูง ประกอบด้วย สวน ไร่ ป่าโปร่ง ป่าละเมาะ ระดับพื้นดินบริเวณรอบหนองเล็งเปือยเป็นที่ต่ำโดยมีค่าระดับความสูงระหว่าง 130 – 142 เมตร (รทก.) แสดงดังรูปที่ 2.3 ดังนั้นจึงเป็นพื้นที่รับน้ำ หรือแก้มลิงธรรมชาติในช่วงฤดูฝน โดยน้ำจะไหลจากห้วย และลำน้ำธรรมชาติ ทางทิศเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ห้วยเล็งเปือย ห้วยอังกะ ห้วยนาเรียง และห้วยจี่นาค ไหลลงหนองเล็งเปือย และลงสู่หนองน้ำธรรมชาติอื่นๆ ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของหนอง อาทิ กุดเป่ง กุดเวียงน้อย หนองทราย และหนองกุดนามวงค์ จากนั้นไหลลงแม่น้ำลำปาวตอนล่าง และลำน้ำชี ตามลำดับ (“กุด” เป็นคำเรียกลำน้ำโค้งที่ปลายด้าม ในภาษาอีสาน เกิดจากแม่น้ำไหลคดเคี้ยววัดไปมา จนในที่สุดลำน้ำส่วนที่โค้งมากถูกตัดขาดออกไปจากลำน้ำสายใหญ่กลายเป็นหนอง หรือบึงรูปโค้งอยู่ใกล้กับลำน้ำสายใหญ่)



รูปที่ 2.1 ที่ตั้งหนองเล็งเปื้อน ในกลุ่มน้ำลำปาวตอนล่าง ของกลุ่มน้ำชี (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)



รูปที่ 2.2 หนองเล็งเปื้อนในอดีต ซึ่งประกอบด้วยหนองน้ำเล็กๆ 6 หนอง (สถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมปิดทองหลังพระ สืบสานแนวพระราชดำริ, 2557)

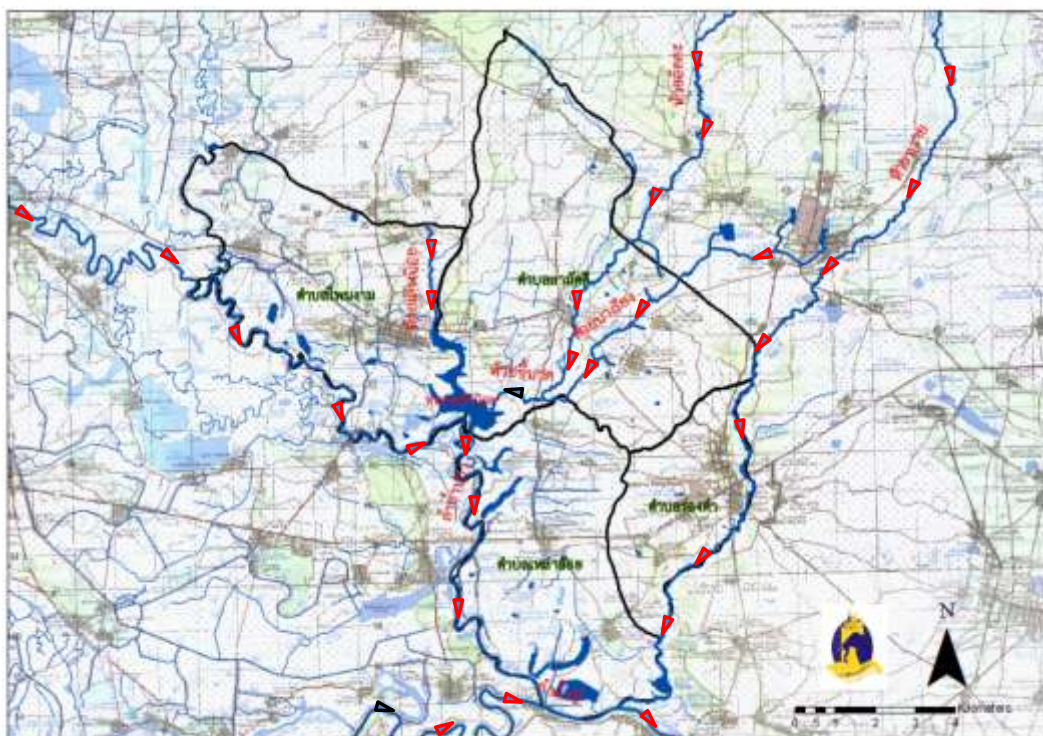


รูปที่ 2.3 ระดับความสูงของพื้นที่ บริเวณหนองเล็งเปื้อน (ข้อมูลค่าระดับจาก GISTDA)

2.1.2 ขอบเขตการปกครอง

พื้นที่โครงการ “พัฒนาพื้นที่แก้มลิงหนองเล็งเปื้อยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ” ติดกับพื้นที่เขตการปกครอง 4 ตำบล คือ ตำบลสามัคคี ตำบลร่องคำ ตำบลเหล่าอ้อย ในอำเภอร่องคำ และตำบลโพนงาม ในอำเภอกมลาไสย (รูปที่ 2.4) มีประชากรรวม 24,170 คน (5,538 ครัวเรือน) ดังตารางที่ 2.1

เส้นทางคมนาคมสายหลัก ได้แก่ ถนนสาย 3011 (ทิศเหนือ เชื่อมระหว่าง ต.โพนงาม – ต.สามัคคี) ถนนสาย 3125 (ทิศตะวันออก เชื่อมระหว่าง ต.สามัคคี – ต.เหล่าอ้อย) และ ถนนสาย 2116 (ทิศใต้ เชื่อมระหว่าง ต.คงลิ้ง – ต.เหล่าอ้อย)



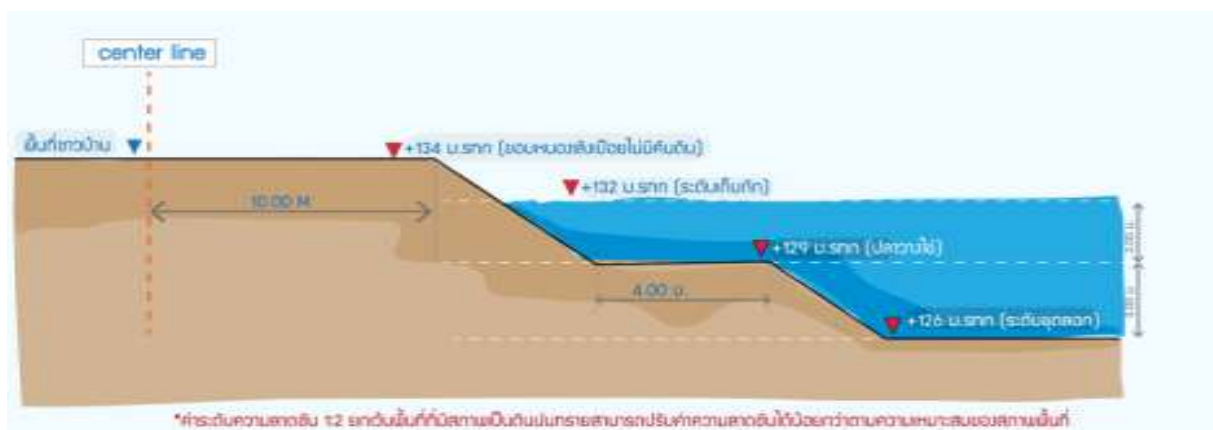
รูปที่ 2.4 เขตพื้นที่ติดต่อรอบแก้มลิงหนองเล็งเปื้อย

ตารางที่ 2.1 จำนวนประชากรบริเวณพื้นที่โครงการฯ (<http://www.thaitambon.com>)

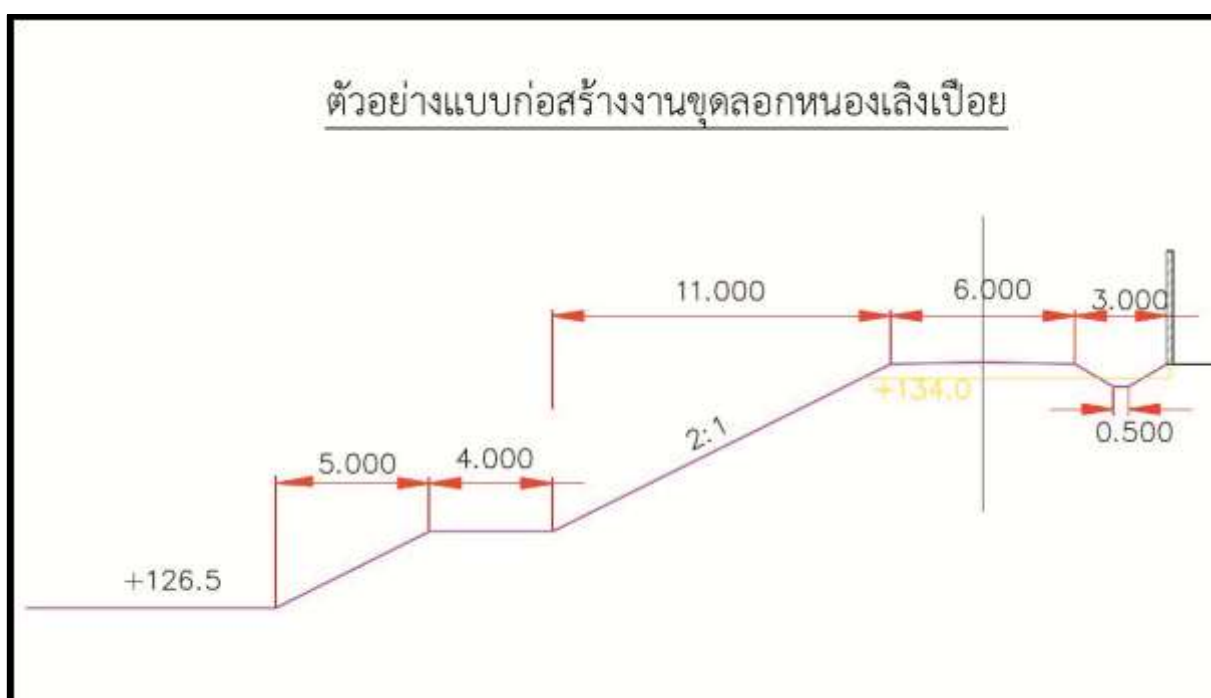
ตำบล	อำเภอ	จำนวน หมู่บ้าน	จำนวน ครัวเรือน (หลัง)	จำนวน ประชากร (คน)	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)
สามัคคี	ร้องคำ	15	1,131	5,292	35
ร้องคำ	ร้องคำ	13	1,547	6,110	21
เหล่าอ้อย	ร้องคำ	12	1,037	4,762	30
โพนงาม	กมลาไสย	13	1,992	7,867	31
รวม		53	5,538	24,170	117

2.1.3 พื้นที่และปริมาณการเก็บกักของแก้มลิงหนองเลิงเปือย

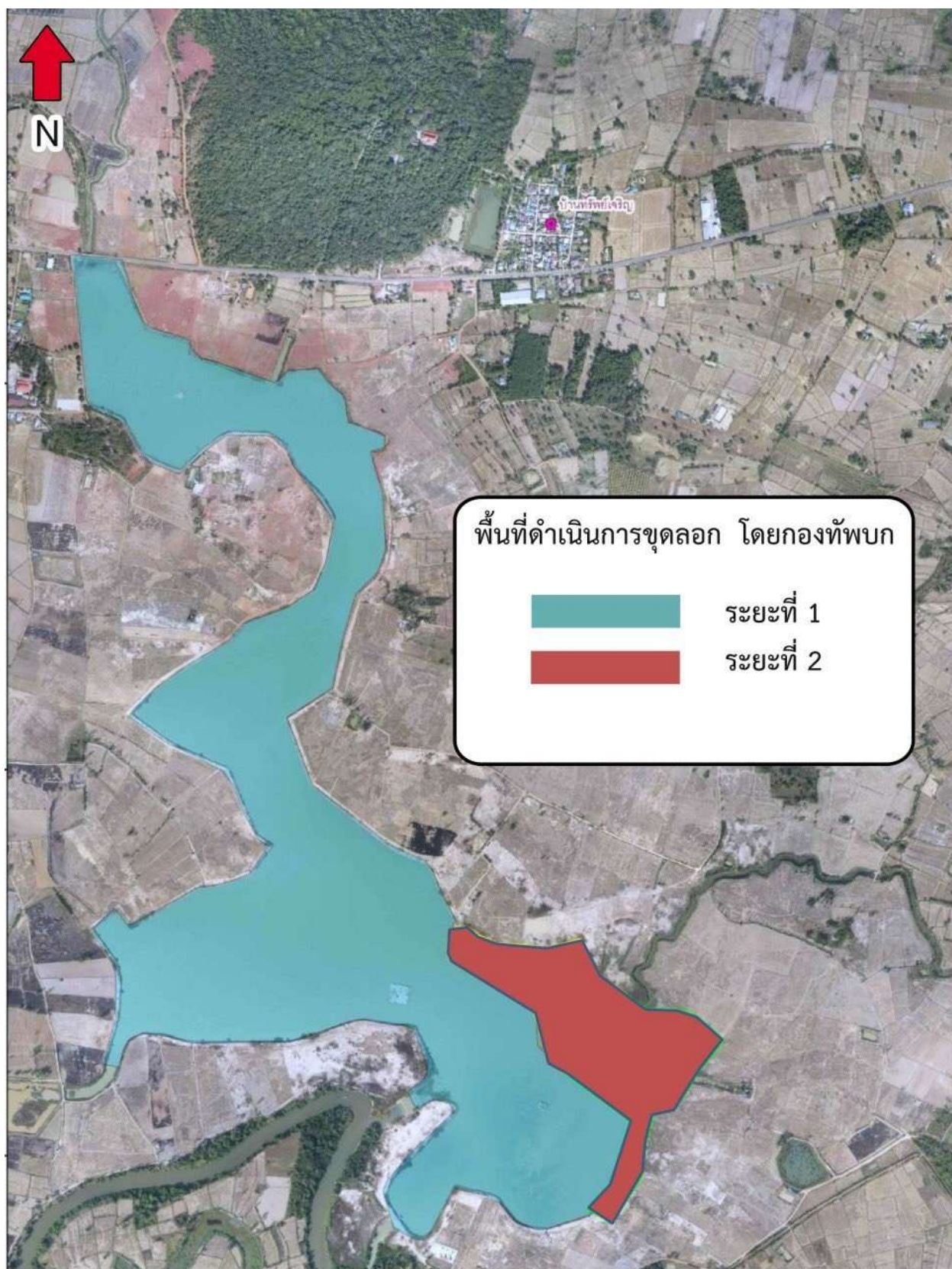
กองทัพบกได้เข้ามาดำเนินการขุดลอกแก้มลิงหนองเลิงเปือย ออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 มีพื้นที่ดำเนินการขุดลอก 750 ไร่ มีแบบการขุดลอก ดังรูปที่ 2.5 ระยะที่ 2 มีพื้นที่ดำเนินการขุดลอก 100 ไร่ ได้มีการเปลี่ยนแปลงแบบการขุดลอกและพัฒนารอบพื้นที่โครงการแก้มลิงหนองเลิงเปือยให้มีรูปแบบการขุดลอกที่แตกต่างจากระยะที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 2.6 และนำดินที่ได้จากการขุดลอกมาซ่อมแซมปรับปรุงพื้นที่โครงการให้เกิดที่ได้รับความเสียหาย พร้อมทั้งปรับพื้นที่ให้ประชาชนที่อยู่รอบหนอง ซึ่งรวมการดำเนินการขุดลอกรวมเป็นพื้นที่ดำเนินการขุดลอก 850 ไร่ จากการดำเนินการ ทำให้แก้มลิงหนองเลิงเปือยสามารถเก็บกักน้ำเป็นความจุ 7.4 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับความสูงที่ +132.00 เมตร (รทก.) ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.5 แบบการขุดลอกแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน ที่ดำเนินการโดยกองทัพบก ระยะที่ 1



รูปที่ 2.6 แบบการขุดลอกแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน ที่ดำเนินการโดยกองทัพบก ระยะที่ 2



รูปที่ 2.7 พื้นที่แก้มลิงหนองเล็งเปื้อนที่ดำเนินการขุดลอก โดยกองทัพบก

2.1.4 สภาพธรณีวิทยา และทรัพยากรดินของพื้นที่หนองเล็งเปื้อน

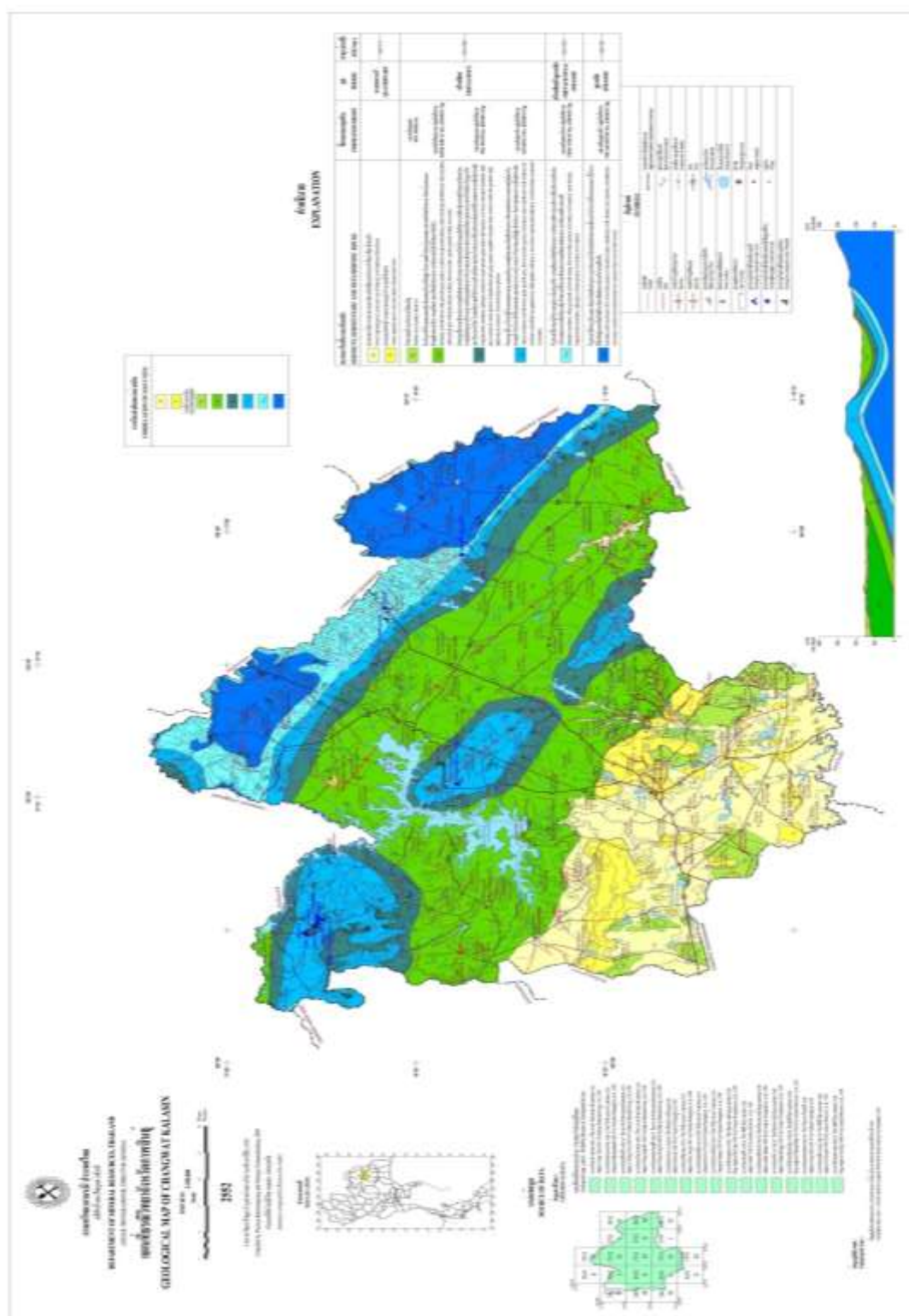
หนองเล็งเปื้อนตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือ ที่ราบสูงโคราช โดยมีระดับความสูงเฉลี่ยของบริเวณเนินประมาณ 250 เมตร (รทก.) ทางทิศตะวันตก และลดระดับลงมาถึงประมาณ 130 เมตร (รทก.) ทางทิศตะวันออก ซึ่งพื้นที่รองรับพื้นที่ ที่ราบสูงโคราชส่วนใหญ่ประกอบด้วย ชั้นดินทราย รองรับด้วยชั้นกรวดหนาซึ่งวางตัวเหนือชั้นหินแข็ง (Consolidated Settlements) ได้แก่ หินทราย (Sandstone), หินดินดาน (Shale), หินทรายแป้ง (Siltstone), และหินกรวดมน (Conglomerate) และเกลือหิน (Rock salts) (รูปที่ 2.8)

ลักษณะผิวดินบริเวณหนองเล็งเปื้อน ส่วนใหญ่เป็นดินตะกอนธารน้ำพา (Q_a) ที่ประกอบด้วยทรายหรือดินเหนียวที่เกิดจากการสะสมตัวตามลำน้ำและที่ชั้นหินโคลน (KT_{pt}) หินทรายแป้งสีแดงอิฐ ในบริเวณทิศเหนือและทิศตะวันออกของหนองเล็งเล็งเปื้อน เป็นที่ราบน้ำท่วมถึงจะพบตะกอนตะกั่วลำน้ำ กรวด ทราย แมวัง ทางทิศเหนือของหนอง (Q_t)

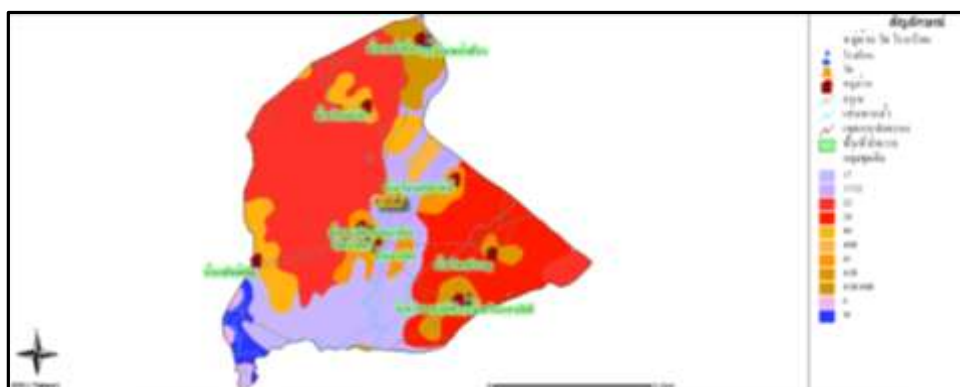
จากแผนที่ของกลุ่มชุดดิน (รูปที่ 2.9 ถึง 2.12) พบว่า ในพื้นที่ตำบลสามัคคี ตำบลร่องคำ ตำบลเหล่าอ้อยและตำบลโพนงาม พบกลุ่มชุดดิน 22 มากที่สุดกลุ่มชุดดินที่พบรองลงมาคือชุดดิน 6

ชุดดินที่ 22 เป็นกลุ่มดินร่วนหยาบลึกมาก เกิดจากตะกอนลำน้ำเนื้อหยาบ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง การระบายน้ำเร็ว ถึงค่อนข้างเร็ว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปัญหาของดินชนิดนี้คือ เนื้อดินค่อนข้างหยาบ ขาดแคลนนํ้าและนํ้าท่วมขังในฤดูฝน

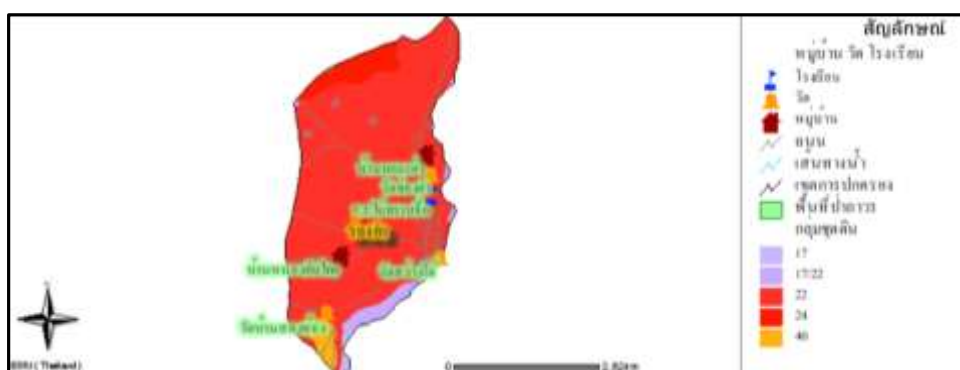
ชุดดินที่ 6 มีลักษณะเป็นดินเหนียวลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด การระบายน้ำเร็วถึงค่อนข้างเร็ว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปัญหาที่พบคือบางพื้นที่ดินเป็นกรดจัดมาก ขาดแคลนนํ้า และนํ้าท่วมขังในฤดูฝน ทำความเสียหายกับพืชที่ไม่ชอบน้ำ



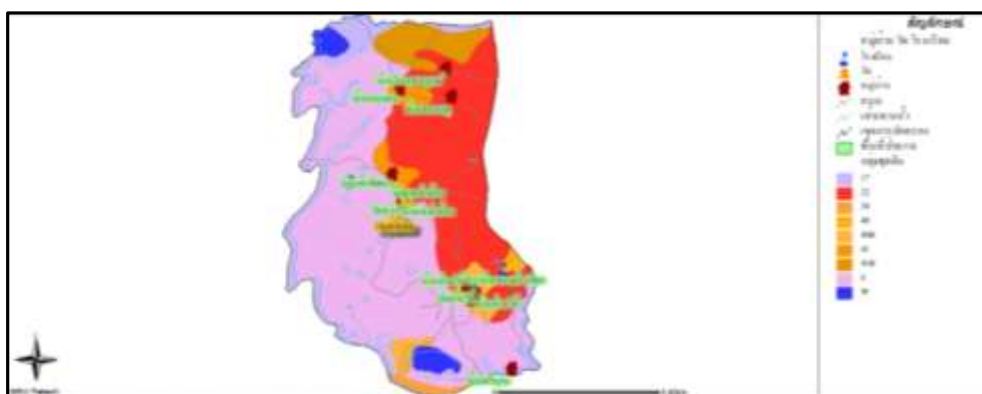
รูปที่ 2.8 แผนธุรกิจมหาวิทยาลัย วัด กาลสินธุ์



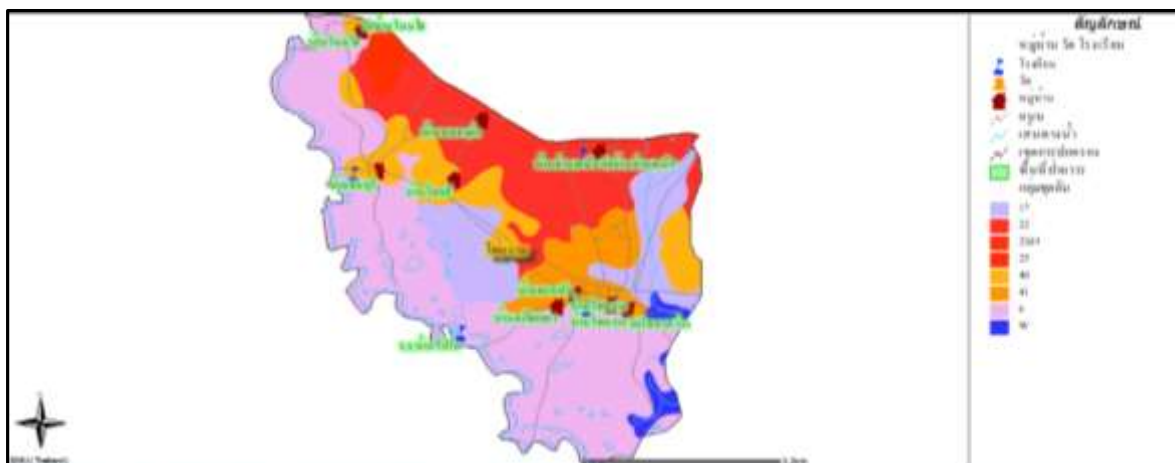
รูปที่ 2.9 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน ตำบลสามัคคี อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
(<http://giswebldd.ddd.go.th/>)



รูปที่ 2.10 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน ตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
(<http://giswebldd.ddd.go.th/>)



รูปที่ 2.11 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน ตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
(<http://giswebldd.ddd.go.th/>)

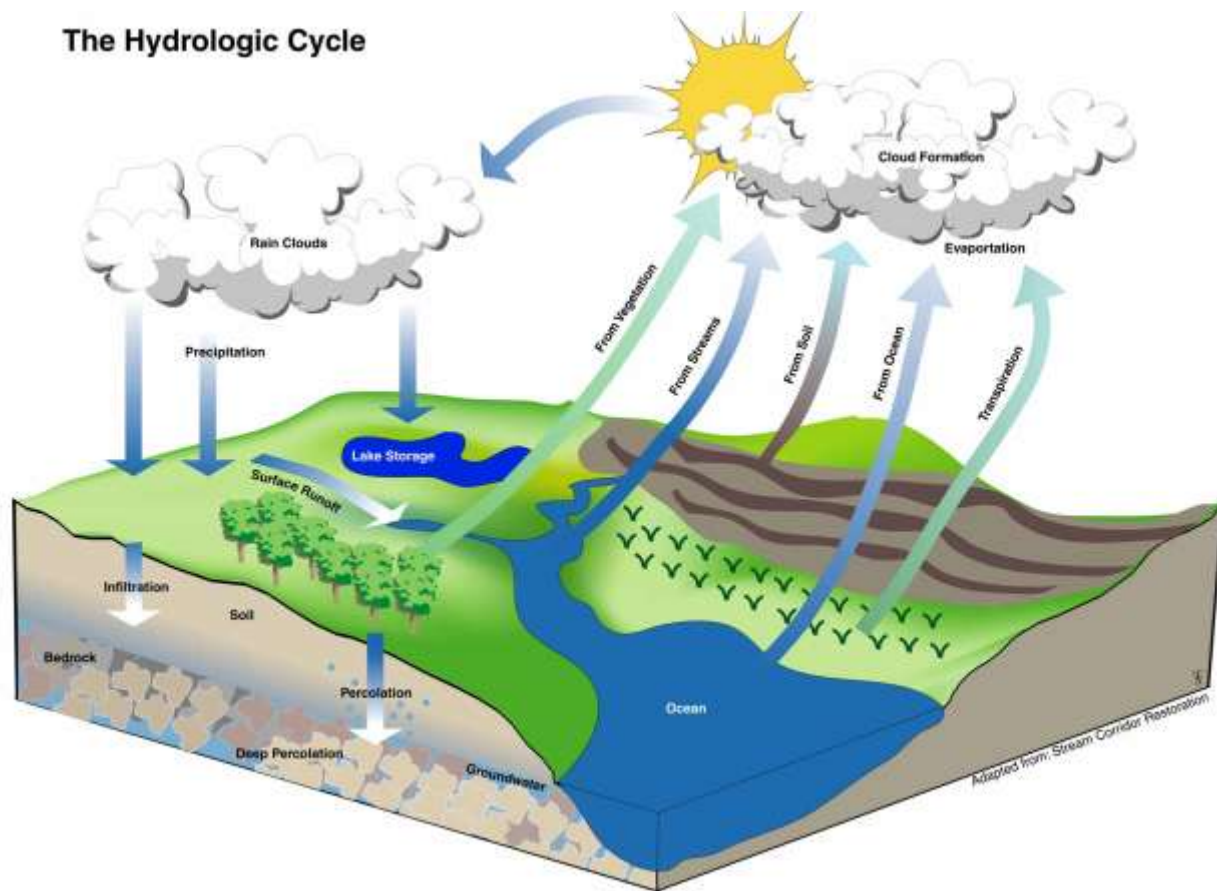


รูปที่ 2.12 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน ตำบลโพนงาม อำเภอกมลาไสย จังหวัด

กาฬสินธุ์ (<http://giswebldd.ldd.go.th/>)

2.2 วัฏจักรน้ำ (Hydrologic Cycle)

โครงการชลประทานมหาสารคาม (2552) ได้อธิบาย วัฏจักรของน้ำ คือ การเกิดและการหมุนเวียนของน้ำที่อยู่ในโลก การหมุนเวียนของน้ำเป็นวัฏจักร อาจเริ่มนับได้จากมหาสมุทร เมื่อน้ำระเหยจากมหาสมุทรไปสู่บรรยากาศ เป็นไอน้ำแล้ว ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศจะทำให้เกิดฝนตกลงสู่ผิวโลก ในทะเล บนผิวดิน น้ำฝนที่ตกบนดินก็จะเกิดการสูญเสียดูดซึม ลงดินเสียเป็นส่วนใหญ่ และด้วยเหตุอื่นบ้างเล็กน้อย เช่น ระเหย ชังในที่ลุ่ม พืชดูดไปใช้ ส่วนที่เหลือก็จะไหลเป็นน้ำท่าลงแม่น้ำลำธารออกทะเล ส่วนที่ซึมลงดินนั้นก็ค่อยๆ ซึมออกสู่มแม่น้ำลำธาร และไหลออกทะเลไปเช่นกัน แต่อาจช้ากว่ามากซึ่งจะเห็นได้ว่าสุดท้าย น้ำจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ วัฏจักรของน้ำจึงไม่มีเริ่มต้นไม่มีที่สิ้นสุด (รูปที่ 2.13) หมุนเวียนอยู่เช่นนี้ตลอดเวลา ปริมาณในขั้นตอนต่างๆ นั้นอาจผันแปรมากน้อยได้เสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่ควบคุม ในขั้นตอนเหล่านั้น โดยในวัฏจักรน้ำประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.13 วัฏจักรน้ำ

(ที่มา <http://www.buffer.forestry.iastate.edu/Photogallery/illustrations/illustrations-1.htm>)

2.2.1 ความชื้นในบรรยากาศ (Atmospheric Moisture)

ความชื้นทุกชนิดที่มนุษย์เกี่ยวข้องอยู่โดยทางปฏิบัติ สันนิษฐานว่าเริ่มต้นมาจากความชื้นในบรรยากาศ ที่เป็จุดเริ่มต้น ที่จะสะดวกในการตามหาเส้นทางวัฏจักรของน้ำให้ครบวงจร ความชื้นในบรรยากาศ เพราะกระบวนการระเหยจากดินหรือผิวดิน เมฆและหมอกเกิดขึ้น โดยการกลั่นตัวของไอน้ำที่เกาะตัวบนอนุภาคเล็กๆ ใน บรรยากาศ เช่น อนุภาคของเกลือหรือฝุ่น

2.2.2 หยาดน้ำฟ้า (Precipitation)

เมื่อไอน้ำในอากาศถูกความเย็นทำให้เกิดการกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ เมื่อรวมตัวกันจนมีขนาดใหญ่ พวกมัน ก็จะตกลงมาในรูปของ "ฝน" ถ้าเม็ดฝนนั้นตกผ่านโซน ต่างๆ ของอุณหภูมิลike เช่น อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ก็จะกลายเป็นลูกเห็บ ถ้าการกลั่นตัวนั้นเกิดขึ้นในที่ซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งมันก็จะก่อตัวเป็นหิมะ ถ้าการกลั่นตัวของน้ำ เกิดขึ้นโดยตรงบนผิวพื้นที่เย็นกว่าอากาศ ก็จะเกิดเป็นได้ทั้งน้ำค้างแข็ง ขึ้นอยู่กับว่า อุณหภูมิของพื้นผิวนั้นสูง หรือต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง

2.2.3 การซึมลงดิน (Infiltration)

ฝนหรือหิมะที่ละลายในตอนแรกมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความชื้นให้กับผิวดินก่อน จากนั้นก็จะเคลื่อนเข้าสู่ช่องว่าง ที่มีอยู่ในเนื้อดิน กระบวนการนี้เรียกว่าการซึมผ่านผิวดิน (Infiltration) สัดส่วนต่าง ๆ ของน้ำก็จะถูกจัดการต่างกันไปตามลักษณะช่องเปิดของผิวดิน อุณหภูมิ รวมถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินก่อนหน้านั้นแล้ว ถ้าหากผิวดินจับตัวแข็ง หรืออิ่มน้ำอยู่ก่อนแล้ว มันก็จะรับน้ำใหม่เข้าไปเพิ่มได้เพียงเล็กน้อยน้ำทั้งหมดก็จะถูกดูดซึม บางส่วนจะไหลซึมลงไป (ดังตารางที่ 2.2) เป็นส่วนของน้ำใต้ดิน บางส่วนถูกพืชดูดไปใช้ประโยชน์แล้วคายระเหย ขึ้นสู่บรรยากาศ บางส่วนถูกบังคับให้ระเหย ไปด้วย แรงยึดเหนี่ยว (Capillary) ของช่องว่างในดิน ในภูมิประเทศที่มีความลาดเอียงและชั้นผิวดินบาง น้ำที่ถูกดูดซึม อาจไหลย้อนสู่ผิวดินได้ โดยการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เรียกว่าน้ำไหลใต้ผิวดิน (Sub-surface runoff)

ตารางที่ 2.2 อัตราการซึมของน้ำในเนื้อดินแต่ละชนิด

เนื้อดิน	อัตราการซึมของน้ำ (มม./ชม.)
1. ดินทราย	สูงกว่า 20
2. ดินร่วนปนทราย	10-20
3. ดินร่วน	5-10
4. ดินเหนียว	1-5

ที่มา : ดิเรก ทองอร่าม (2525)

2.2.4 การไหลของน้ำบนผิวดิน (Surface Runoff)

เมื่อน้ำฝนที่ตกลงมามีมากเกินไปจนจะไหลซึมลงดินได้หมด ก็จะกลายเป็นน้ำบ่า หน้าดิน หรือน้ำท่า เมื่อมันไหลไปเติมพื้นที่เป็นแอ่งลุ่มต่ำจนเต็มแล้ว มันก็จะไหลไปบนผิวดินต่อไป จนไปบรรจบกับระบบร่องน้ำในที่สุด แล้วก็ไหลตามเส้นทางของลำน้ำ จนกระทั่งลงสู่มหาสมุทร หรือแหล่งน้ำ ในแผ่นดินบางแห่งในระหว่างทางนี้มันก็จะสูญเสียไปด้วยการระเหยสู่บรรยากาศ และการไหลซึมลงตามของตลิ่งและท้องน้ำ ซึ่งในส่วนนี้อาจจะเป็นไปได้ ตั้งแต่ 0 ไปจนถึง 100 % ของจำนวนทั้งหมด

2.2.5 การระเหย (Evaporation)

น้ำในสถานะของเหลว เมื่อถูกความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์หรือแหล่งอื่นจะเปลี่ยนไปสู่สถานะก๊าซหรือเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า"การระเหย"

2.2.6 การคายน้ำของพืช (Transpiration)

หน้าที่พื้นฐานอย่างหนึ่งในกระบวนการดำเนินชีวิตของพืช ก็คือการนำเอาน้ำจากในดิน ผ่านเข้ามาทางระบบราก ใช้ประโยชน์ในการสร้างความเจริญเติบโตและการดำรงชีพ น้ำจะถูกปล่อยคืนสู่บรรยากาศ ทางรูพรุน ที่ปากใบในรูปของไอน้ำ กระบวนการคืนความชื้นของดินให้แก่บรรยากาศนี้เรียกว่า การคายน้ำ (Transpiration) ปริมาณของหยดน้ำฟ้าที่กลับคืนสู่บรรยากาศนี้จะมากน้อยต่างกันไปตามลักษณะของพืชและความชื้นที่มีอยู่บริเวณระบบรากของมัน

2.3 ทฤษฎีสมดุลน้ำ

สมดุลน้ำ เป็นเครื่องมือในการอธิบายสภาพลุ่มน้ำและช่วยในการจำแนกลุ่มน้ำโดยอาศัยการประเมินแหล่งจ่ายน้ำ และปริมาณน้ำที่ไหลออก เป็นการประยุกต์ใช้หลักการอนุรักษ์สสาร (Conservation of mass principle) เข้ากับวัฏจักรของน้ำ คือ ทุกๆอย่างจะไม่มีสูญหาย และทุกอย่างที่หายไปสามารถอธิบายได้ ซึ่งเป็นสมการที่รวมการนำน้ำเข้าสู่ระบบตั้งแต่การเกิดหยาดน้ำฟ้า (เช่น ฝน) และการนำน้ำออกจากระบบในรูปของน้ำไหลออกที่เกิดขึ้นจากการคายระเหยน้ำ และการเปลี่ยนแปลงในที่กักเก็บต่างๆ (ในรูปของความชื้นในดิน และน้ำใต้ดิน) ดังสมการต่อไปนี้

$$\Delta S = I - O \quad (2.1)$$

เมื่อ I คือ ปริมาณน้ำไหลเข้า, O = ปริมาณน้ำไหลออก และ ΔS = ปริมาณการเปลี่ยนแปลง

2.3.1 การหาค่าปริมาณน้ำท่าโดยวิธี SCS-CN method

Mishra and Singh (2003) กล่าวว่า SCS-CN method ถูกสร้างขึ้นมาในปี ค.ศ.1954 โดย Soil Conservation Services (SCS) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งปัจจุบันได้เปลี่ยนไปเป็น NRCS หรือ Natural Resources Conservation Services จุดประสงค์หลักของ SCS-CN method คือ การสร้างมาตรการหรือระเบียบต่างๆ เพื่อป้องกันอุทกภัย โดยนำผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการซึมผ่านผิวดิน (Infiltration) ซึ่งเกิดจากการทำฝนเทียมบนพื้นที่ 2 x 4 ตารางเมตร จำนวน 10,000 แปลงทั่วประเทศ ที่ทำการศึกษาต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1930 มาประยุกต์ใช้

หลักการของ SCS-CN คือ น้ำฝนในส่วนที่เกินจากการเก็บกักของพื้นที่จะระบายให้กับพื้นที่ที่ท้ายน้ำไปจนหมด โดยระบายทั้งทางผิวดิน (Surface runoff) และระบายทางใต้ผิวดิน (Subsurface flow) ซึ่งรวมกัน เรียกว่า น้ำไหลจากดินชั้นบน (Direct runoff) และการเก็บกักน้ำของพื้นที่ต้นน้ำจะขึ้นอยู่กับปัจจัยลักษณะภูมิประเทศ ชนิดดิน และชนิดกับปริมาณพืชคลุมดิน โดยสมการที่ใช้ในหลักของ SCS-CN method คือ

$$\frac{F}{S} = \frac{DR}{(P - I_a)} \quad (2.2)$$

เมื่อ DR คือ ปริมาณน้ำท่า (นิ้ว) , P คือ ปริมาณฝนที่ตกลงมา (นิ้ว), I_a คือ ปริมาณการสูญเสียครั้ง (นิ้ว), F คือ ปริมาณการดูดซับจริงของกลุ่มน้ำ (นิ้ว), S คือ ปริมาณศักยภาพสูงสุดในการดูดน้ำของกลุ่มน้ำ (นิ้ว)

ความสัมพันธ์ระหว่างฝน น้ำท่า และการดูดซับน้ำจริงของกลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ซึ่งสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ว่า

$$F = P - I_a - DR \quad (2.3)$$

แทนสมการ F ลงในสมการ

$$DR = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (2.4)$$

จากการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างฝนและน้ำท่าพบว่า

$$I_a = 0.2S \quad (2.5)$$

แทนค่า I_a ;

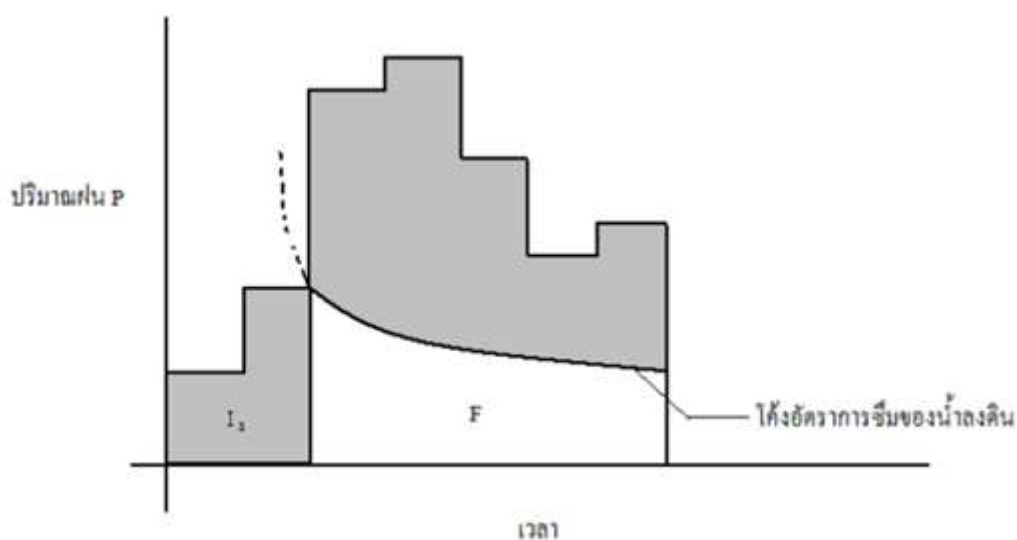
$$DR = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (2.6)$$

จากการศึกษาในเชิงเอ็มไพริกัลปี

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (2.7)$$

ค่า CN จะหาได้โดยการสำรวจสภาพดิน การปกคลุมดิน และสภาพความชื้นของดินในกลุ่มน้ำ การกำหนดค่า CN ให้กับพืชคลุมดิน

การกำหนดค่า CN ให้กับพืชคลุมดิน จะอยู่ภายใต้ 2 เงื่อนไข เงื่อนไขความสามารถในการดูดซับและการเก็บกักน้ำของดิน (Hydrologic soil group) และเงื่อนไขของลักษณะอากาศ และสภาพภูมิประเทศที่ส่งเสริมให้มีการดูดซับและเก็บกักน้ำฝน ดังตารางที่ 2.3



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน น้ำท่า และการดูดซับน้ำของกลุ่มน้ำ

ตารางที่ 2.3 Runoff curve number (CN) ของการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดต่างๆ ของ SCS

Landuse	Hydrologic condition	Hydrologic Soil Group			
		A	B	C	D
Wood and Forest land (พื้นที่ป่าไม้)	Poor	45	66	77	83
	Fair	36	60	73	79
	Good	25	55	70	77
Wood-grass combination (พื้นที่ผสมระหว่างป่าไม้กับทุ่งหญ้า)	Poor	57	73	82	86
	Fair	43	65	76	82
	Good	32	58	72	79
Rangeland and Herbaceous (ทุ่งหญ้า)	Poor	-	80	87	93
	Fair	-	71	81	89
	Good	-	62	74	85

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

Landuse	Hydrologic condition	Hydrologic Soil Group			
		A	B	C	D
Agriculture land...Base soil Crop cover (พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ว่างเปล่า)	-	77	86	91	94
	Fair	76	85	90	93
	Good	74	83	88	90
Industrial districts (พื้นที่โรงงาน)	72%	81	88	91	93

ที่มา : พงษ์ศักดิ์ วิทวัสสุติกุล (2551)

A เป็นดินเนื้อหยาบ ชั้นดินลึก ดูดซับน้ำค่อนข้างดี ประมาณ 0.30 – 0.45 นิ้ว/ชม.

B เป็นดินที่มีเนื้อปานกลางถึงหยาบ ชั้นดินลึก ดูดซับน้ำค่อนข้างดี ประมาณ 0.15 – 0.30 นิ้ว/ชม.

C เป็นดินเนื้อปานกลางถึงละเอียด ชั้นดินตื้น ดูดซับน้ำไม่ค่อยดี ประมาณ 0.05 – 0.15 นิ้ว/ชม.

D เป็นดินที่มีเนื้อละเอียด และมักจะมีชั้นดินตื้น ดูดซับน้ำได้น้อยมาก ประมาณ 0 – 0.05 นิ้ว/ชม.

2.4 การหาปริมาณความต้องการใช้น้ำ

2.4.1 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช สามารถแบ่งวิธีหาออกเป็น 2 วิธีดังนี้

(1) การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการวัดโดยตรง

การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยตรงนั้น สามารถนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ซึ่งอาจอาจทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการจะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการข้อมูลที่ละเอียดถูกต้อง ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งเครื่องมือ ชนิดของพืชที่ต้องการตรวจวัด และองค์ประกอบอื่นๆ วิธีที่ใช้กันทั่วไปมี 3 วิธี คือ การวัดจากความชื้นในดิน การวัดจากแปลงทดลอง และการวัดจากถังการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) วิธีการดังกล่าวให้ผลที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง แต่มีข้อจำกัดคือ ได้ข้อมูลที่ถูกต้องกับสภาพพื้นที่ที่ทำการตรวจวัดไม่สามารถใช้กับสภาพพื้นที่อื่น ๆ ได้ เพราะค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานาน

(2) การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลจากภูมิอากาศ

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลจากภูมิอากาศ มีวิธี 3 วิธี (: ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545) ดังนี้

- 1) การใช้ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืช หรือปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c)

เนื่องจากการหาปริมาณการใช้น้ำจากการวัดโดยตรงมีข้อจำกัด นักวิทยาศาสตร์จึงได้คิดหาวิธีการขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลจากภูมิอากาศ โดยมีหลักการและแนวคิดที่ว่าปริมาณการใช้น้ำของพืชจะมีปริมาณเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 4 อย่าง คือ สภาพของดิน ชนิดและอายุของพืช สภาพภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืช และการจัดการเพาะปลูก

หลักการในการดำเนินการก็คือ ให้พืชเจริญงอกงามดี มีอัตราการใช้น้ำที่ไม่ขึ้นอยู่กับอายุ ได้รับน้ำหรือความชื้นสูงตลอดเวลา แต่ผลจากการใช้น้ำของพืชจะไม่มีผลกระทบต่อจัดการเพาะปลูกหรือองค์ประกอบอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้การใช้น้ำของพืชที่เลือกมาศึกษาขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศเพียงอย่างเดียวซึ่งพืชที่มีคุณสมบัติดังกล่าวก็คือ หญ้าอัลฟัลฟา ต่อมาก็มีพืชชนิดอื่น ๆ มาศึกษา

การใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่เลือกไว้ เมื่อปลูกในดินที่มีความชื้นสูงตลอดเวลา เพื่อให้อัตราการใช้น้ำขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศอย่างเดียวเรียกว่า “ ศักยภาพคายระเหยของน้ำ ” ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Potential Evapotranspiration” ใช้ตัวย่อว่า “ ET_p ” และศักยภาพคายระเหยของน้ำจะหมายถึง ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) นั่นเอง จากหลักการที่ว่า การใช้น้ำของพืชอ้างอิงขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืชเพียงอย่างเดียวนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้คิดสูตรสำหรับการหาศักยภาพคายระเหยของน้ำ (ET_p) โดยใช้ข้อมูลจากภูมิอากาศไว้อย่างมากมาย และต้องการทราบค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชหรือการระเหยของน้ำที่แท้จริง (Appearance Evapotranspiration, ET_a) ของแปลงพืชชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่พืชอ้างอิง

เพื่อความสะดวกในการใช้ประโยชน์ในหาปริมาณการใช้น้ำของพืชต่าง ๆ จึงได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) จากการคำนวณโดยวิธีการของ Penman ที่ปรับปรุงแล้ว (Modified Penman Method) รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) ดังสมการต่อไปนี้

$$ET_c = ET_p \times K_c \quad (2.8)$$

เมื่อ ET_c คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบ (มม./วัน), ET_p คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน), K_c คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient)

- 2) การใช้ค่าปริมาณการระเหยน้ำจากผิวดินการระเหยแบบเอ (Epan) สัมประสิทธิ์ผิวดินการระเหยสำหรับผิวดินแบบเอ (K_p) และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c)

แนวคิดของการหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีนี้มาจากเมื่อไม่มีข้อมูลที่สามารถนำไปใช้หาการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) จากสูตรหรือวิธีต่างๆ ที่มีผู้คิดค้นจึงประยุกต์ใช้ปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอแทน

ในอดีตที่ผ่านมาที่ใช้คอมพิวเตอร์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณยังไม่แพร่หลาย ทำให้วิธีการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) โดยสูตรหรือวิธีของ Penman, Blaney – Criddle , Hargeaves Equation , Makkink , Tronthwaite , Jensen – Haise และ Lowry – Johnson ค่อนข้างยุ่งยาก

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้เกิดความคิดในการที่จะวิธีการคำนวณ และหาข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณแบบง่าย ๆ โดยใช้ข้อมูลจากการระเหยเป็นหลัก เพราะเป็นข้อมูลที่สามารถหาได้ง่าย และสะดวกกว่าวิธีการใช้สูตรที่ผ่านมา แต่เนื่องจากการหาปริมาณการใช้น้ำจากพืชจากการวัดการระเหย เครื่องมือที่ใช้วัดในการระเหยแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบที่เป็นถาดบรรจุน้ำเรียกว่า “การวัดการระเหย” (Evaporation pan) ซึ่งน้ำได้ระเหยจากผิวน้ำโดยตรง และอีกแบบหนึ่งซึ่งให้น้ำระเหยจากผิวของวัสดุพรมที่เปียกน้ำ

หลักการระเหยทั้งสองแบบคล้ายคลึงกัน คือเป็นการแพร่กระจายไอน้ำสู่บรรยากาศ แต่เนื่องจากการคายน้ำของพืชนั้นจะถูกควบคุมโดยการปิดเปิดของรูใบที่แตกต่างกันในการระเหยจากผิวน้ำไม่มีอะไรควบคุมเลย ดังนั้นจึงจำเป็นใช้ค่าสัมประสิทธิ์มาคูณกับค่าการระเหยจากถาดวัดการระเหย ตามปกติจะใช้ถาดที่เรียกว่า “Class-A pan” ของกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศสหรัฐอเมริกา

แนวคิดของการหาปริมาณการใช้น้ำแบบนี้มาจากเมื่อไม่มีข้อมูลที่สามารถใช้คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) จึงกำหนดให้หาค่าของ (ET_p) จากสมการดังต่อไปนี้

$$ET_p = E_{pan} \times K_p \quad (2.9)$$

โดยสรุปข้อมูลปริมาณการระเหยของน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอ (E_{pan}) จะต้องอ่านค่าโดยตรงจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งในแปลงพืชและค่าสัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหยสำหรับถาดวัดแบบเอ (K_p) และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) จะสามารถหาปริมาณการใช้น้ำของพืชได้จากสมการ

$$ET_c = E_{pan} \times K_p \times K_c.. \quad (2.10)$$

เมื่อ ET_c คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม./วัน), E_{pan} คือ ปริมาณการระเหยน้ำจากผิวดินการระเหยแบบเอ (มม./วัน), K_p คือ สัมประสิทธิ์ผิวดินการระเหยแบบเอ, K_c คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

3) การใช้ข้อมูลปริมาณการระเหยน้ำจากผิวดินการระเหยแบบเอ (E_{pan}) และ สัมประสิทธิ์ผิวดินการระเหยสำหรับผิวดินแบบ เอ (K'_p)

การหาปริมาณการใช้น้ำด้วยวิธีนี้มาจากผิวดินการระเหยแบบเอ (E_{pan}) หรือปริมาณการระเหยน้ำจากผิวดินการระเหยแบบเอ เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ไม่มีทั้งข้อมูล ET_p หรือปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการคำนวณจากค่าของ K'_p หรือ สัมประสิทธิ์ของผิวดินการระเหยแบบเอเปิดเสร็จสำหรับผิวดินแบบเอ แทน K_c และ K_p นั่นคือสามารถหาปริมาณการใช้น้ำของพืชด้วยหารคำนวณจากการคูณค่าการระเหยแบบเอ (E_{pan}) กับสัมประสิทธิ์ผิวดินการระเหยแบบเอเปิดเสร็จสำหรับผิวดินแบบเอ (K'_p) ดังแสดงในสมการ

$$ET_c = E_{pan} \times K'_p \quad (2.11)$$

เมื่อ ET_c คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม./วัน), E_{pan} คือ ปริมาณการระเหยน้ำจากผิวดินการระเหยแบบเอ (มม./วัน), K'_p คือ สัมประสิทธิ์ของผิวดินการระเหยแบบเอเปิดเสร็จสำหรับผิวดินแบบเอ

2.4.2 ความต้องการใช้น้ำสัตว์

ปราโมทย์ ไม้กลัด (2541) อัตราการใช้น้ำของสัตว์ประเภทต่าง ๆ มีความต้องการน้ำมาน้อยตามเกณฑ์ ดังนี้

- วัวและควาย ตัวละประมาณ	50	ลิตรต่อวัน
- หมู ตัวละประมาณ	20	ลิตรต่อวัน
- ไก่ ตัวละประมาณ	0.15	ลิตรต่อวัน

2.4.3 การหาปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค

กรมชลประทาน(2554) เป็นการหาความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภคของประชากรทั้งหมดที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองและนอกเมืองซึ่งมีความต้องการใช้น้ำที่แตกต่างกัน

- (1) การกำหนดอัตราการใช้น้ำของประชากรในชุมชนลักษณะต่าง ๆ โดยประชากรที่อยู่ในเขตเทศบาลได้วิเคราะห์จากข้อมูลปริมาณน้ำจำหน่ายของการประปาส่วนภูมิภาค ส่วน

อัตราการใช้ น้ำของประชากรนอกเขตเทศบาลกำหนดให้ใช้ตามตามมาตรฐานการ
สำรวจความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ดังสรุปได้ดังนี้

- เทศบาลนคร	กำหนดอัตราการใช้ น้ำเท่ากับ	250	ลิตร/คน/วัน
- เทศบาลเมือง	กำหนดอัตราการใช้ น้ำเท่ากับ	200	ลิตร/คน/วัน
- เทศบาลตำบล	กำหนดอัตราการใช้ น้ำเท่ากับ	120	ลิตร/คน/วัน
- นอกเขตเทศบาล	กำหนดอัตราการใช้ น้ำเท่ากับ	50	ลิตร/คน/วัน

(2) ในกรณีที่มิใช่น้ำเพื่อการอุปโภค – บริโภค เช่น การประปาส่วนภูมิภาค องค์การ
ปกครองส่วนท้องถิ่น ฯลฯ ให้คิดความต้องการใช้น้ำตามปริมาณที่ขอใช้ ดังนั้น

$$\text{ความต้องการใช้น้ำ} = \text{จำนวนประชากรในพื้นที่} \times \text{อัตราการใช้ น้ำเฉลี่ย (ลบ.เมตร/วัน)} \quad (2.12)$$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรุณี อุสาหกิจ (2555) ศึกษาการบริหารจัดการน้ำ เพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งนอกเขตพื้นที่
ชลประทาน กรณีศึกษา อ.ดอนเจดีย์ จ.สุพรรณบุรี ซึ่งภัยแล้งเกิดขึ้นส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับสภาพ
ภูมิอากาศ และปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่นอกเขตชลประทานที่ต้องพึ่งพาน้ำฝนในการ
เพาะปลูกและการอุปโภค-บริโภค จะประสบปัญหาการขาดแคลนในฤดูแล้งใน บางฤดูกาล และ
บางครั้งรุนแรงจนกระทั่งเกิดวิกฤตการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การวิจัยเรื่องการบริหาร
จัดการน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งในพื้นที่นอกเขตพื้นที่ชลประทาน เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียม
ความพร้อมสำหรับป้องกันการขาดแคลนน้ำ ได้ใช้แบบจำลองสมมูลน้ำ MIKE BASIN เป็น
เครื่องมือในการวิเคราะห์ ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองประกอบด้วยข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ข้อมูล
ทางอุทกนิยมนิเวศวิทยา ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรม ข้อมูลสระเก็บน้ำและการ
บริหารจัดการสระเก็บน้ำ ขั้นตอนในการศึกษาประกอบด้วย และทำการวิเคราะห์สมมูลน้ำราย
เดือนของแต่ละลุ่มน้ำย่อย ผ่านการใช้น้ำด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ปศุสัตว์ และการอุปโภค-
บริโภค

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2557) ได้ทำการศึกษาโครงการติดตามและบูรณาการอย่าง
มีส่วนร่วมของโครงการพัฒนาแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน ซึ่งบริเวณพื้นที่โดยรอบแก้มลิงหนองเล็ง
เปื้อน ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาสถานการณ์พื้นฐานของประชากรในพื้นที่ และทำการ
ทดลองที่เกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศโดยรวมของพื้นที่แก้มลิงหนองเล็งเปื้อน ซึ่งได้รวบรวมข้อมูล
จากเอกสาร และรายงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการ และผลการลงสำรวจพื้นที่ ถูกนำมาประมวลผล
และสรุปเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และพัฒนาสู่ความยั่งยืนต่อไป

ทีมนักวิจัยด้านทรัพยากรน้ำ , วิเคราะห์ความเพียงพอของการจัดการน้ำในการศึกษาครั้งนี้ จึงกำหนดไว้เป็น 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเท่ากับปริมาณการใช้น้ำในทุกกิจกรรมในพื้นที่ทั้งตำบลโคกสี กรณีที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเท่ากับปริมาณการใช้น้ำในทุกกิจกรรมในพื้นที่ทั้งตำบลโคกสี ยกเว้น ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรคำนวณเฉพาะพื้นที่นอกเขตชลประทาน

อดิศร สราวิช (2555) ศึกษาการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่การเกษตรและชุมชนในพื้นที่หมู่บ้านโคกลำดิ่ง ตำบลดงลิง อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของหมู่บ้านเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เกษตรกรรม ซึ่งน้ำถือเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการทำการเกษตร แต่จากปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง และการเกิดน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน จึงได้ทำการเปรียบเทียบสมดุลของปริมาณที่มีอยู่ในพื้นที่ การศึกษาสภาพสมดุลน้ำ และศึกษาแนวทางการป้องกันน้ำท่วม และการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ศึกษา จากนั้นนำผลการศึกษาดังกล่าวจัดเวทีเสวนานำเสนอข้อมูลแก่ประชาชนในหมู่บ้านรับทราบ ถึงปัญหาและร่วมกันหาแนวทางแก้ไขเพื่อสร้างการทำงานแบบมีส่วนร่วมนำไปสู่การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

การศึกษาศักยภาพหนองเล็งเปื้อนเพื่อรองรับการใช้น้ำของประชากร ในอำเภอร่องคำ อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยทำการศึกษาจากข้อมูลสภาพภูมิศาสตร์ อุทกศาสตร์ พื้นที่ และปริมาณการเก็บกักน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน และยังสามารถทำการศึกษาสภาพเศรษฐกิจ สังคม พื้นที่เกษตรกรรม การประกอบอาชีพ การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยวิเคราะห์หาปริมาณน้ำต้นทุนที่สามารถเก็บกักน้ำตามความจุของแก้มลิงหนองเล็งเปื้อนกับปริมาณความต้องการใช้น้ำของทุกภาคส่วนและอัตราการสูญเสียปริมาณน้ำทางธรรมชาติ เพื่อนำผลการศึกษามาสรุปลววางแผนการจัดการน้ำให้เกิดความสมดุลน้ำและประโยชน์สูงสุด โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา ดังต่อไปนี้

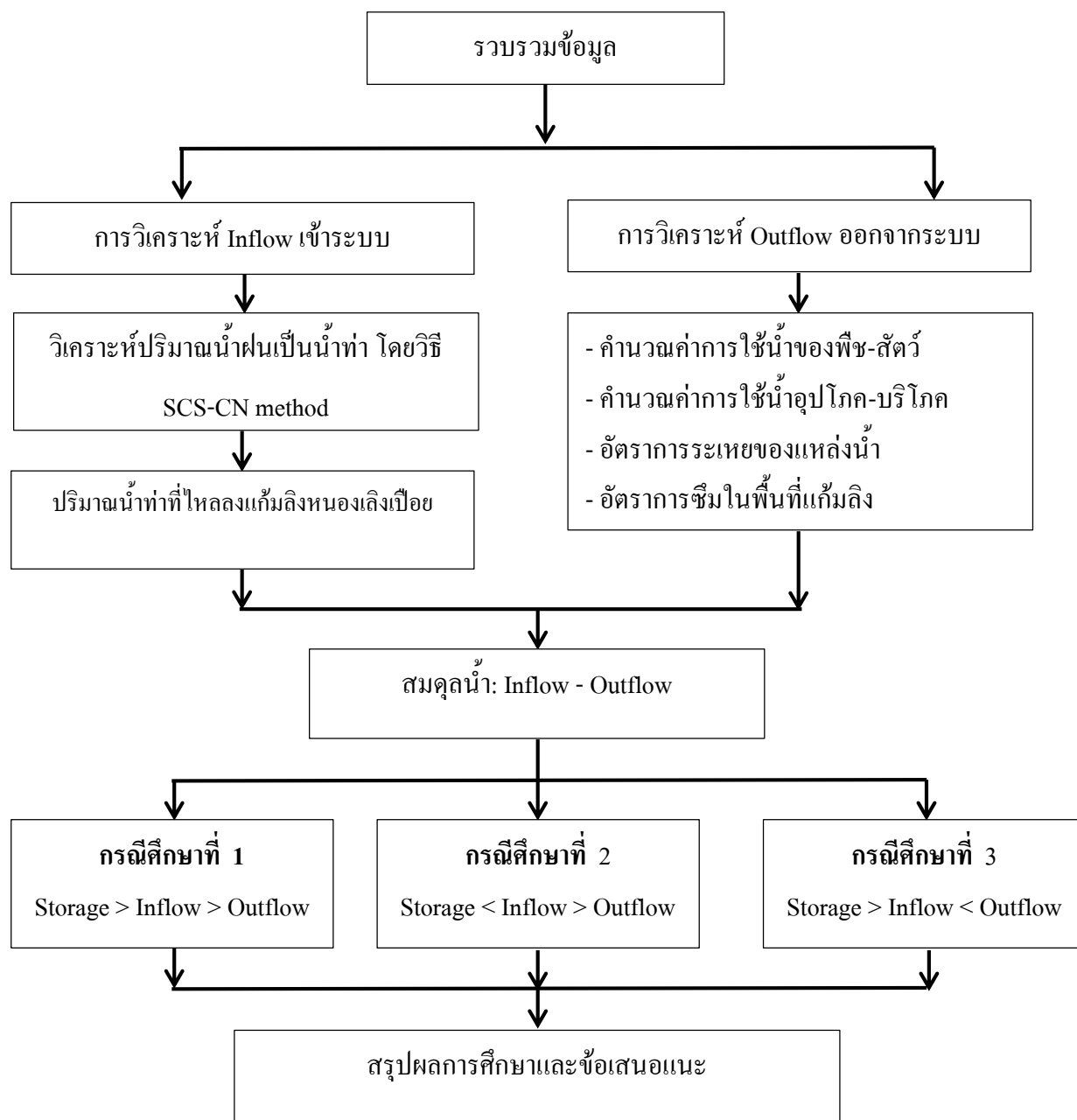
3.1 ภาพรวมขั้นตอนการดำเนินโครงการ

การศึกษาศักยภาพหนองเล็งเปื้อนเพื่อรองรับการใช้น้ำของประชากรในท้องถิ่น ในโครงการพัฒนาแก้มลิงหนองเล็งเปื้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอร่องคำ อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ มีขั้นตอนการศึกษาดังรูปที่ 3.1

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

- 1) ข้อมูลปริมาณการระเหยของน้ำรายเดือน จากสถานีวัดน้ำฝน อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ในคาบ 15 ปี (พ.ศ.2543 – 2557) ดังตารางที่ 3.1
- 2) ข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากสถานีวัดน้ำฝน อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ในคาบ 15 ปี (พ.ศ.2543 – 2557) ดังตารางที่ 3.2
- 3) ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวน้ำกับปริมาตรกักน้ำ ดังตารางที่ 3.3
- 4) อัตราการซึมของน้ำในดินแต่ละชนิด ดังตารางที่ 2.2
- 5) การใช้ประโยชน์ที่ดินรอบแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน แบ่งเป็น 4 โซน รวม 7,941 ไร่ (รูปที่ 3.2) โดยโซนที่ 1 ปัจจุบันเป็นพื้นที่ถมดินที่นำดินจากการขุดลอกแก้มลิงหนองเล็งเปื้อนมาถม ซึ่งยังไม่สามารถกำหนดในการใช้น้ำในพื้นที่ได้ รวม 2,003 ไร่ ส่วนพื้นที่โซนที่ 2,3 และ 4 มีพื้นที่รวม 5,938 ไร่ โดยแบ่งพื้นที่เกษตรกรรมเป็นการปลูกข้าว 5,454 ไร่ พืชสวน(ยางพารา,ปาล์ม, ฝรั่ง, ยูคาลิปตัส ฯลฯ) 484 ไร่ แต่เนื่องจากการวิจัยต้องการหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชสูงสุด จึงได้แสดงการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพื้นที่จำนวน 5,938 ไร่ เป็นการปลูกข้าวนาปีและนาปรังทั้งหมด

- 6) จำนวนประชากรผู้ใช้น้ำรอบพื้นที่แก้มลิงหนองเล็งเป็ย ดังตารางที่ 2.1 เป็นจำนวนที่อาศัยอยู่ภายในพื้นที่รอบโครงการ 4 ตำบล 2 อำเภอ ของจังหวัดกาฬสินธุ์ โดยสถานีสูบน้ำที่ใช้ประโยชน์ในปัจจุบันมีจำนวน 3 สถานี แต่สามารถส่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค เพียงสถานีสูบน้ำนาเรียง 1 ส่งน้ำให้ประชากรจำนวน 417 คน คือ หมู่ที่ 3, 4, 9, 10, และ 12 ใน ต.สามัคคี อ.ร่องคำ จ.กาฬสินธุ์ จึงใช้จำนวนประชากรดังกล่าวมาแสดงในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษาศักยภาพหนองปลิงเปลื้องเพื่อรองรับการใช้น้ำของประชากรในท้องถิ่น

ตารางที่ 3.1 ปริมาณการระเหยรวมรายเดือน (มิลลิเมตร) พ.ศ.2543 - 2557

ปริมาณการระเหยรวมรายเดือน (มม.)																
เดือน/พ.ศ.	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	เฉลี่ย
มกราคม	126.26	126.37	128.68	115.40	103.00	98.38	110.26	108.44	98.44	103.26	106.93	86.47	76.36	81.75	80.83	103.39
กุมภาพันธ์	135.02	132.36	112.82	120.54	95.97	110.22	113.05	107.21	109.88	106.97	121.33	94.26	88.94	123.10	99.24	111.39
มีนาคม	172.09	142.88	143.21	146.17	146.20	143.48	131.64	141.50	147.32	136.39	146.39	125.10	115.74	156.92	149.98	143.00
เมษายน	141.92	190.23	154.35	155.19	158.84	154.28	134.83	152.37	143.31	146.72	169.29	138.18	119.57	162.13	151.80	
พฤษภาคม	128.99	149.29	140.49	157.43	150.89	160.45	147.65	135.42	117.53	137.25	160.36	146.40	122.74	152.01	148.70	143.71
มิถุนายน	108.84	123.72	134.16	131.03	126.79	122.91	144.33	145.01	122.50	131.73	142.34	119.98	100.84	121.29	121.83	126.49
กรกฎาคม	116.28	129.22	128.75	133.76	118.01	115.98	111.80	135.88	118.22	126.92	141.74	119.00	111.98	113.53	103.90	121.66
สิงหาคม	124.63	112.62	114.84	121.36	112.48	100.12	216.00	101.53	108.07	120.81	116.18	107.72	93.53	96.53	105.15	116.77
กันยายน	100.31	117.02	92.02	98.77	109.41	82.35	116.26	96.24	96.18	116.70	94.45	90.80	110.04	86.93	104.59	100.80
ตุลาคม	127.60	156.92	128.69	132.55	149.12	127.35	314.80	97.95	128.19	126.69	100.85	92.26	111.76	101.88	104.52	133.41
พฤศจิกายน	132.03	131.63	119.71	116.82	125.08	106.56	99.90	103.66	107.14	125.17	91.26	82.09	79.25	74.50	75.90	104.71
ธันวาคม	138.10	129.72	107.05	115.33	106.16	105.95	103.94	90.22	89.11	92.85	71.17	70.14	70.73	56.99	70.80	94.55
รวม	1,552.07	1,641.98	1,504.77	1,544.35	1,501.95	1,428.03	1,744.46	1,415.43	1,385.89	1,471.46	1,462.29	1,272.40	1,201.48	1,327.56	1,317.24	1,451.42
เฉลี่ย	129.34	136.83	125.40	128.70	125.16	119.00	145.37	117.95	115.49	122.62	121.86	106.03	100.12	110.63	109.77	120.95

ตารางที่ 3.2 ปริมาณฝนรวมรายเดือน (มิลลิเมตร) พ.ศ.2543 - 2557

ปริมาณฝนรวมรายเดือน (มม.)																	
พ.ศ.	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	รวม	เฉลี่ย
มกราคม	0.4	2.3	0.0	0.0	12.1	0.0	0.0	0.1	12.3	0.0	22.7	0.0	86.1	2.6	0.0	138.6	9.2
กุมภาพันธ์	13.2	0.0	0.5	9.5	91.1	0.0	15.4	6.6	1.7	0.0	36.6	5.7	14.2	0.0	6.2	200.7	13.4
มีนาคม	0.8	34.1	121.5	79.3	5.7	4.7	102.7	47.0	34.0	52.2	0.9	23.2	18.6	25.9	17.7	568.3	37.9
เมษายน	129.3	39.6	83.5	18.0	120.3	33.4	106.7	84.9	169.7	91.8	3.9	42.1	92.3	30.3	116.3	1162.1	77.5
พฤษภาคม	157.3	333.6	300.3	83.6	298.4	164.2	121.6	161.3	156.5	194.1	97.3	157.3	220.0	142.8	140.6	2728.9	181.9
มิถุนายน	259.4	320.0	216.7	315.7	218.1	302.5	190.1	62.4	231.0	329.0	152.9	203.9	82.4	113.9	242.0	3240.0	216.0
กรกฎาคม	396.4	239.5	181.1	101.9	550.4	222.1	216.0	243.2	205.8	295.6	125.8	213.0	83.3	294.9	293.1	3662.1	244.1
สิงหาคม	266.5	344.7	327.5	296.9	297.0	284.7	237.1	410.9	101.0	229.0	561.8	383.3	290.4	67.8	224.0	4322.6	288.2
กันยายน	142.4	197.2	387.8	294.6	72.5	289.3	183.3	193.0	345.9	207.7	151.0	388.3	203.5	281.1	232.3	3569.9	238.0
ตุลาคม	50.8	169.2	32.1	19.0	9.0	21.1	314.8	292.7	105.2	15.0	129.1	116.2	39.9	47.2	60.6	1421.9	94.8
พฤศจิกายน	0.0	58.9	5.5	0.0	3.4	30.6	11.2	7.0	82.9	0.0	0.0	0.2	2.0	1.9	44.1	247.7	16.5
ธันวาคม	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	11.9	0.0	15.8	0.0	0.0	12.0	0.1	42.7	2.8
รวม	1416.5	1739.1	1658.7	1218.5	1678.0	1353.3	1498.9	1509.1	1457.9	1414.4	1297.8	1533.2	1132.7	1020.4	1377.0	21305.5	1121.3
เฉลี่ย	118.0	144.9	138.2	101.5	139.8	112.8	124.9	125.8	121.5	117.9	108.2	127.8	94.4	85.0	114.8	1775.5	93.4
จำนวนวันที่มีฝนตก	104	121	122	95	104	115	96	100	126	101	116	127	111	109	112	1659	87

ตารางที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวน้ำกับปริมาตรกักน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเป็ย

ระดับ ม. รทก.	ปริมาตร (ลบ.เมตร)	พื้นที่ผิวน้ำ (ตร.เมตร)	ร้อยละความจุ
131.59	6,919,871.16	1,276,106.56	92.97
131.95	7,379,203.80	1,279,787.20	99.14
131.96	7,391,963.04	1,279,889.44	99.31
131.97	7,404,722.28	1,279,991.68	99.49
131.98	7,417,481.52	1,280,093.92	99.66
131.99	7,430,240.76	1,280,196.16	99.83
132.00	7,443,000.00	1,280,300.00	100.00
132.01	7,455,862.28	1,280,402.56	100.17
132.02	7,468,724.56	1,280,505.12	100.35
132.03	7,481,586.84	1,280,607.68	100.52
132.04	7,494,449.12	1,280,710.24	100.69
132.05	7,507,311.40	1,280,812.80	100.86
132.06	7,520,173.68	1,280,915.36	101.04
132.07	7,533,035.96	1,281,017.92	101.21
132.08	7,545,898.24	1,281,120.48	101.38

ที่มา:สำนักงานโครงการชลประทานจังหวัดกาฬสินธุ์

ตารางที่ 3.4 ปฏิทินการปลูกพืชของเกษตรกรรอบแก้มลิงหนองเล็งเปือย

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดกาฬสินธุ์และสอบถามเกษตรกรในพื้นที่

ลำดับที่	พืช	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	ข้าวนาปี												
2	ข้าวนาปรัง												



รูปที่ 3.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินรอบแก้มลิงหนองเล็งเปื้อย

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

- 1) การคำนวณหาปริมาณน้ำท่าที่สามารถเกิดขึ้นได้ โดยนำข้อมูลปริมาณน้ำรวมรายเดือน (ที่ได้จากการเฉลี่ย 15 ปี) และชนิดของดิน ด้วยวิธี SCS-CN ผลการคำนวณที่ได้คือ ปริมาณน้ำท่ารวมรายเดือน (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม) ที่มีหน่วยเป็นนิ้ว จากนั้นแปลงหน่วยเป็นเมตร
- 2) นำพื้นที่รับน้ำที่มีหน่วยเป็นตารางเมตรเข้ามาคูณกับปริมาณน้ำท่าในข้อ (1) ทำให้ได้ ปริมาณน้ำท่าที่สามารถเกิดขึ้นได้ในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- 3) คำนวณหาค่าการคายระเหยสำหรับพืชแต่ละชนิดจากสมการดังต่อไปนี้

$$ET_p = E_{pan} \times K_p$$

เมื่อ ET_p คือค่าการคายระเหย, E_{pan} คือ ค่าการระเหย และ K_p คือ สัมประสิทธิ์ค่าวัดการระเหยแบบเอ

ทั้งนี้ได้นำปฏิทินการปลูกพืชมาประกอบการพิจารณา เพื่อให้ทราบว่าพืชแต่ละชนิดปลูกในช่วงเดือนอะไร ซึ่งผลการคำนวณที่ได้คือค่าการคายระเหยรวมรายเดือนของพืชแต่ละชนิดในหน่วย มิลลิเมตร (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม)

จากนั้นนำขนาดพื้นที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิดมาคูณเข้ากับค่าการคายระเหย ซึ่งผลการคำนวณที่ได้คือค่าการคายระเหยรวมรายเดือนของพืชแต่ละชนิดในหน่วย ลูกบาศก์เมตร (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม)

- 4) การคำนวณค่าการใช้น้ำของสัตว์แต่ละชนิด โดยนำข้อมูลจำนวนสัตว์แต่ละชนิดมาคูณกับค่าการใช้น้ำของสัตว์แต่ละชนิด ดังแสดงในหัวข้อ 2.4.2 ซึ่งผลการคำนวณที่ได้คือค่าการใช้น้ำของสัตว์แต่ละชนิดรวมรายเดือน (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม)
- 5) การคำนวณค่าการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ซึ่งผลการคำนวณที่ได้คือค่าการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค รวมรายเดือน (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม)
- 6) การสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหย โดยได้นำค่าการระเหยรวมรายเดือน (ที่ได้จากการเฉลี่ย 15 ปี) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม
- 7) การสูญเสียน้ำเนื่องจากการซึมของน้ำในแก้มลิง โดยนำค่าอัตราการซึม (ในหน่วย มิลลิเมตรต่อวัน) คูณกับพื้นที่ผิวของแก้มลิง ซึ่งผลที่ได้คือค่าการซึมรวมรายเดือน (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม)
- 8) นำค่าที่คำนวณได้จากข้อ 3) ถึงข้อ 7) มารวมกัน ทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำที่ไหลออกจากระบบ (Outflow)
- 9) นำค่าที่คำนวณได้จากข้อ 2) และข้อ 8) ด้วยหลักการสมดุลน้ำ และพิจารณาโอกาสที่ผลการศึกษาจะเกิดขึ้นได้ทั้ง 3 กรณี พร้อมทั้งหาแนวทางแก้ไข และสรุปผลการศึกษา พร้อมทั้งข้อเสนอนะ

กรณีศึกษาที่ 1 $\text{Storage} > \text{Inflow} > \text{Outflow}$

กรณีศึกษาที่ 2 $\text{Storage} < \text{Inflow} > \text{Outflow}$

กรณีศึกษาที่ 3 $\text{Storage} > \text{Inflow} < \text{Outflow}$

เมื่อ Storage คือ ปริมาตรเก็บกักของแก้มลิง, Inflow คือ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากข้อ 2) และ Outflow คือค่าที่คำนวณได้จากข้อ 8)

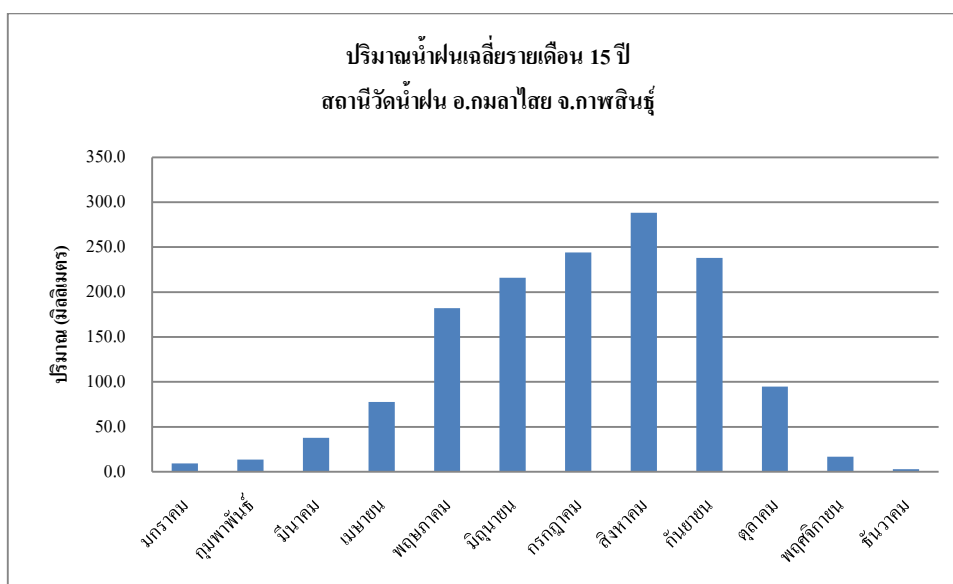
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

จากการรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณความต้องการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรม สำหรับพื้นที่กรณีศึกษา เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่า (Inflow) และความสามารถในการกักเก็บน้ำของแหล่งน้ำที่ทำการศึกษา โดยสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

4.1 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้า (Inflow)

จากการรวบรวมข้อมูลฝนรายเดือน จากสถานีวัดอำเภอมลาลาย จังหวัดกาฬสินธุ์ ในคาบ 15 ปี (พ.ศ.2543 – 2557) ดังแสดงในตารางที่ 3.2 และแสดงค่าฝนเฉลี่ยรายเดือนดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งจากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นสูงเริ่มในช่วงเดือนพฤษภาคม - กันยายน



รูปที่ 4.1 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน 15 ปี (พ.ศ.2543-2557)

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำท่า โดยวิธี SCS-CN ซึ่งจากข้อมูลกลุ่มชุดดินในพื้นที่บริเวณหนองเล็งเปือย เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและว่างเปล่า เป็นดินที่มีเนื้อปานกลางถึงหยาบ ชั้นดินลึก ดูดซึมน้ำค่อนข้างดี มีพืชปกคลุมประมาณ 50-70% ซึ่งเมื่อนำไปเทียบกับตารางที่ 2.3 ได้ค่า CN เท่ากับ 85 และผลการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าหนองเล็งเปือย สำหรับแต่ละเดือน แสดงดังตารางที่ 4.1 ทั้งนี้ ตัวอย่างการคำนวณดังนี้

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่า ปริมาณน้ำท่า (DR)

หา DR ของเดือนสิงหาคม พ.ศ 2557

$$CN = 85.00$$

$$P = 288.2 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{หาค่า S จาก S} &= (25.4\text{mm} \times 1000 \text{ นิ้ว/ CN}) - (25.4 \text{ mm} \times 100 \text{ นิ้ว}) \\ &= (25400 \text{ mm}/85) - 254 \text{ mm} \\ &= 44.82 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หาค่า DR จาก DR} &= (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S) \\ &= [224 \text{ mm} - 0.2(44.82 \text{ mm})^2] / [224 \text{ mm} + (0.8)(44.82 \text{ mm})] \\ &= 177.9 \text{ mm} \end{aligned}$$

เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำท่าในหน่วยล้านลูกบาศก์เมตร ดังแสดงตัวอย่างการคำนวณข้างล่างนี้ และผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่า ปริมาณน้ำท่าเปรียบเทียบกับพื้นที่รับน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปือย เดือนสิงหาคม พ.ศ 2557

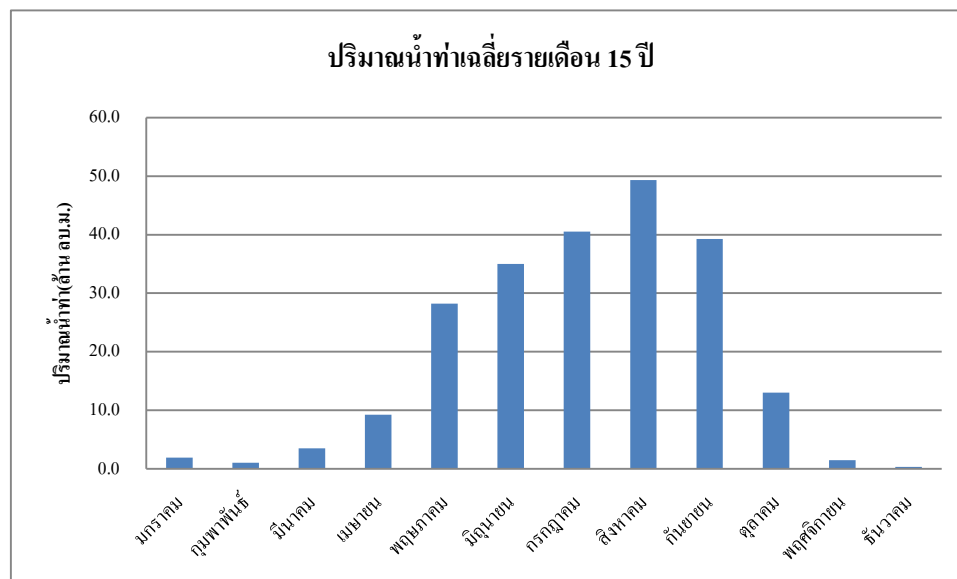
กำหนดให้ ปริมาณน้ำท่าเดือนสิงหาคม พ.ศ.2557 เท่ากับ	177.9	มิลลิเมตร
ขนาดพื้นที่รับน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปือย เท่ากับ	204	ตารางกิโลเมตร
ปริมาณน้ำท่า	=	177.9 x 204,000 ลูกบาศก์เมตร
	=	36,300,000 ลูกบาศก์เมตร
	=	36.30 ล้านลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 4.1 ปริมาณน้ำท่า (DR) รายเดือน (มิลลิเมตร)

พ.ศ./ เดือน	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	รวม	เฉลี่ย
ม.ค.	2.0	2.3	0.0	0.0	12.1	0.0	0.0	0.1	12.3	0.0	22.7	0.0	86.1	2.6	0.0	140.2	9.3
ก.พ.	0.4	2.2	2.0	0.0	53.1	2.2	0.8	0.1	1.4	2.2	10.5	0.3	0.5	2.2	0.2	78.3	5.2
มี.ค.	1.8	9.0	80.5	43.0	0.3	0.4	63.4	17.5	9.0	21.2	1.8	3.4	1.7	4.6	1.4	259.0	17.3
เม.ย.	87.7	12.4	46.5	1.5	79.4	8.6	67.0	47.8	125.7	53.8	0.6	14.1	54.2	6.9	75.7	681.9	45.5
พ.ค.	113.9	285.3	252.5	46.6	250.6	120.5	80.6	117.7	113.2	149.1	58.6	113.9	174.1	100.3	98.2	2074.9	138.3
มิ.ย.	212.4	271.9	170.9	267.6	172.2	254.7	145.2	29.1	184.7	280.7	109.8	158.5	45.6	73.5	195.4	2572.2	171.5
ก.ค.	347.3	193.0	136.6	62.7	500.0	176.1	170.2	196.6	160.3	247.9	84.4	167.3	46.4	247.2	245.4	2981.4	198.8
ส.ค.	219.4	296.2	279.2	249.2	249.3	237.2	190.7	361.6	61.9	182.8	511.4	334.3	242.8	33.4	177.9	3627.2	241.8
ก.ย.	99.9	152.0	338.8	246.9	37.3	241.7	138.7	148.0	297.4	162.2	108.0	339.3	158.1	233.7	186.0	2887.7	192.5
ต.ค.	20.2	125.2	7.9	1.8	0.0	2.6	266.7	245.0	65.7	0.7	87.5	75.6	12.6	17.6	27.6	956.9	63.8
พ.ย.	2.2	26.3	0.3	2.2	0.8	7.0	0.1	0.1	46.0	2.2	2.2	2.1	1.3	1.3	15.4	109.8	7.3
ธ.ค.	2.2	2.2	1.2	2.2	2.2	1.9	2.2	2.2	0.2	2.2	0.9	2.2	2.2	0.2	2.2	26.7	1.8
รวม	1109.4	1378.1	1316.3	923.8	1357.3	1052.9	1125.7	1165.8	1077.7	1105.0	998.4	1211.0	825.6	723.5	1025.6	16396.3	863.0
เฉลี่ย	92.5	114.8	109.7	77.0	113.1	87.7	93.8	97.1	89.8	92.1	83.2	100.9	68.8	60.3	85.5	1366.4	71.9

ตารางที่ 4.2 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน (ล้านลูกบาศก์เมตร)

พ.ศ./ เดือน	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	รวม	เฉลี่ย
ม.ค.	0.41	0.47	0.0	0.0	2.47	0.0	0.0	0.02	2.51	0.0	4.63	0.0	17.56	0.53	0.0	28.6	1.9
ก.พ.	0.07	0.46	0.40	0.0	10.84	0.46	0.16	0.03	0.29	0.46	2.15	0.05	0.11	0.46	0.04	16.0	1.1
มี.ค.	0.37	1.84	16.42	8.76	0.05	0.09	12.94	3.56	1.83	4.33	0.36	0.70	0.35	0.95	0.29	52.8	3.5
เม.ย.	17.89	2.54	9.50	0.31	16.19	1.76	13.67	9.74	25.64	10.97	0.13	2.87	11.05	1.40	15.45	139.1	9.3
พ.ค.	23.24	58.19	51.51	9.51	51.13	24.57	16.44	24.01	23.08	30.41	11.95	23.24	35.51	20.45	20.03	423.3	28.2
มิ.ย.	43.33	55.46	34.86	54.60	35.13	51.95	29.62	5.93	37.69	57.27	22.39	32.33	9.30	15.00	39.87	524.7	35.0
ก.ค.	70.84	39.37	27.86	12.79	102.01	35.93	34.72	40.11	32.71	50.57	17.23	34.13	9.46	50.43	50.07	608.2	40.5
ส.ค.	44.75	60.42	56.97	50.83	50.85	48.39	38.90	73.77	12.63	37.29	104.32	68.20	49.53	6.81	36.30	739.9	49.3
ก.ย.	20.38	31.02	69.11	50.37	7.60	49.31	28.29	30.19	60.67	33.08	22.03	69.21	32.25	47.67	37.95	589.1	39.3
ต.ค.	4.12	25.54	1.61	0.37	0.0	0.53	54.42	49.99	13.39	0.15	17.85	15.43	2.58	3.59	5.64	195.2	13.0
พ.ย.	0.46	5.37	0.06	0.46	0.16	1.44	0.02	0.02	9.39	0.46	0.46	0.43	0.26	0.27	3.15	22.4	1.5
ธ.ค.	0.46	0.46	0.25	0.46	0.46	0.38	0.46	0.46	0.04	0.46	0.18	0.46	0.46	0.04	0.45	5.4	0.4
รวม	226.3	281.1	268.5	188.5	276.9	214.8	229.6	237.8	219.9	225.4	203.7	247.1	168.4	147.6	209.2	3344.8	176.0
เฉลี่ย	18.9	23.4	22.4	15.7	23.1	17.9	19.1	19.8	18.3	18.8	17.0	20.6	14.0	12.3	17.4	278.7	14.7



รูปที่ 4.2 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ไหลเข้าแก้มลิงหนองเล็งเปื่อย

จากตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้ามีค่าสูงกว่าปริมาณการกักเก็บของแก้มลิงหนองเล็งเปื่อยในเดือนเมษายน-ตุลาคม และมีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าน้อยลงในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ โดยค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าสูงสุดเกิดขึ้นของเดือนสิงหาคม เท่ากับ 49.3 ล้านลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าต่ำสุดเกิดขึ้นของเดือนธันวาคม เท่ากับ 0.4 ล้านลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่ารายเดือนเท่ากับ 14.7 ล้านลูกบาศก์เมตร

4.2 ปริมาณความต้องการใช้น้ำ

4.2.1 ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค

จากการลงพื้นที่ศึกษาข้อมูล ทำให้ทราบว่าการระบบการส่งน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปื่อย มีสถานีสูบน้ำ 3 สถานีในการส่งน้ำในพื้นที่ศึกษา ดังในรูปที่ 3.2 ซึ่งสถานีที่ทำการส่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค มีเพียงสถานีสูบน้ำนาเรียง 1 ส่งน้ำให้ประชากรจำนวน 417 คน คือ หมู่ที่ 3, 4, 9, 10, และ 12 ใน ต.สามัคคี อ.ร่องคำ จ.กาฬสินธุ์ ซึ่งเป็นพื้นที่นอกเขตเทศบาล โดยกำหนดอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 50 ลิตร/คน/วัน

จากสมการการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ได้ค่าการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคของประชากรที่ใช้น้ำจากแก้มลิงหนองเล็งเปื่อย เท่ากับ 23.55 ลูกบาศก์เมตร/วัน จะทำให้ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค เฉลี่ยรายเดือน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณความต้องการใช้น้ำเฉลี่ยรายเดือน (ลูกบาศก์เมตร)

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำ
มกราคม	730.05
กุมภาพันธ์	659.40
มีนาคม	730.05
เมษายน	706.50
พฤษภาคม	730.05
มิถุนายน	706.50
กรกฎาคม	730.05
สิงหาคม	730.05
กันยายน	706.50
ตุลาคม	730.05
พฤศจิกายน	706.50
ธันวาคม	730.05
รวม	8,596
เฉลี่ย	716.31

ที่มา : ข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นและสอบถามจากผู้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค

ตัวอย่าง ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ของเดือนมกราคม

ประชากรที่ใช้น้ำจากสถานีสูบน้ำ จำนวน 417 ราย

ดังนั้น ความต้องการใช้น้ำ เพื่ออุปโภค-บริโภค เป็นพื้นที่นอกเขตเทศบาล โดยกำหนด

อัตราการใช้น้ำเท่ากับ 50 ลิตร/คน/วัน

ปริมาณความต้องการต่อวันเท่ากับ $417 \times 50 = 23,550$ ลิตร ต่อวันหรือเท่ากับ 23.55 ลบ.ม./วัน

ปริมาณความต้องการต่อเดือน เท่ากับ $23.55 \times 31 = 730.05$ ลบ.ม./เดือน

4.2.2 ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตร

เกษตรกรที่ใช้ประโยชน์จากแก้มลิงหนองเล็งเปือย ส่วนใหญ่ทำการปลูกข้าว ซึ่งมีพื้นที่การเพาะปลูกประมาณ 5,938 ไร่ โดยคิดให้พื้นที่ทั้งหมดที่ใช้น้ำจากแก้มลิงหนองเล็งเปือยเป็นการปลูกข้าวนาปีและนาปรัง ซึ่งทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรสูงสุด

เนื่องจากเกษตรกรทำการปลูกข้าว 2 ครั้งต่อปี คือ นาปี ช่วงเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม และข้าวนาปรัง ช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ โดยข้อมูลความต้องการใช้น้ำของพืช ดังตารางที่ 4.4 และผลการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตร ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในจังหวัดกาฬสินธุ์

รายการ	จำนวนปี	จำนวนปริง
อายุพืช(วัน)	110	110
จำนวนวันที่ต้องส่งน้ำ (วัน)	86	86
ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวัน (ลบ.ม./ไร่)	6.63	18.64

ที่มา:สำนักงานโครงการชลประทานจังหวัดกาฬสินธุ์

ตัวอย่าง ปริมาณการใช้น้ำจำนวนปี ซึ่งจำนวนปีมีอายุพืช 110 วัน พื้นที่เพาะปลูก 5,938 ไร่

จำนวนปีจะมีช่วงการเพาะปลูกตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึง เดือนสิงหาคม ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวัน 6.63 ลบ.ม./ไร่

ดังนั้นปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในเดือน พฤษภาคม มีการใช้น้ำจำนวน 31 วัน เท่ากับ $31 \times 5,938 \times 6.63 = 1,220,437$ ลบ.ม.

ตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำจำนวนปริง ซึ่งจำนวนปริงมีอายุพืช 110 วัน พื้นที่เพาะปลูก 5,938 ไร่

จำนวนปริงจะมีช่วงการเพาะปลูกตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวัน 18.64 ลบ.ม./ไร่

ดังนั้นปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในเดือน กุมภาพันธ์ มีการใช้น้ำจำนวน 18 วัน เท่ากับ $18 \times 5,938 \times 18.64 = 1,992,318$ ลบ.ม.

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรเฉลี่ยรายเดือน (ลูกบาศก์เมตร)

เดือน	จำนวนวันที่ใช้	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
มกราคม	31	3,431,214.00
กุมภาพันธ์	18	1,992,318.00
มีนาคม		
เมษายน		
พฤษภาคม	31	1,220,437.00
มิถุนายน	30	1,181,068.00
กรกฎาคม	31	1,220,437.00
สิงหาคม	18	708,641.00
กันยายน		

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

เดือน	จำนวนวันที่ใช้	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
ตุลาคม		
พฤศจิกายน	30	3,320,530.00
ธันวาคม	31	3,431,214.00
รวม		16,505,859.00
เฉลี่ย		1,375,488.22

ที่มา:สำนักงานโครงการชลประทานจังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเกษตรจังหวัดกาฬสินธุ์และ
สอบถามเกษตรกรปลูกพืช

4.2.3 ปริมาณการใช้น้ำของสัตว์

ปริมาณการใช้น้ำในการเลี้ยงสัตว์จากการรวบรวมข้อมูล ดังแสดงตามตารางที่ 4.6 และ
ดังแสดงตามตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.6 จำนวนสัตว์เลี้ยงและเกณฑ์การใช้น้ำของสัตว์เลี้ยง (ลูกบาศก์เมตร)

รายละเอียด	ชนิดของสัตว์		
	วัวและควาย	หมู	ไก่และเป็ด
จำนวนสัตว์เลี้ยง	2,180	614	4,702
ความต้องการใช้น้ำ (ลิตร/วัน)	109,000	12,280	705
รวมความต้องการ (ลบ.ม./วัน)	122		

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการใช้น้ำของสัตว์เลี้ยง (ลูกบาศก์เมตร)

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
มกราคม	3,782
กุมภาพันธ์	3,416
มีนาคม	3,782
เมษายน	3,660
พฤษภาคม	3,782
มิถุนายน	3,660

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
กรกฎาคม	3,782
สิงหาคม	3,660
กันยายน	3,660
ตุลาคม	3,782
พฤศจิกายน	3,660
ธันวาคม	3,782
รวม	44,525
เฉลี่ย	3,710.39

ที่มา:องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นและสอบถามเกษตรกรเลี้ยงสัตว์

4.3 ปริมาณการสูญเสีย

4.3.1 ปริมาณการสูญเสียจากการระเหย

จากข้อมูลตารางที่ 3.1 ปริมาณการระเหยรวมรายเดือนมีปริมาณหน่วยเป็น มิลลิเมตร ของการระเหยของน้ำรายเดือนจากสถานีวัด อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์ ทำให้สามารถนำมาคำนวณหาปริมาณการระเหยเป็นลูกบาศก์เมตร ได้ดังแสดงตามตารางที่ 4.8

ตัวอย่างการคำนวณ

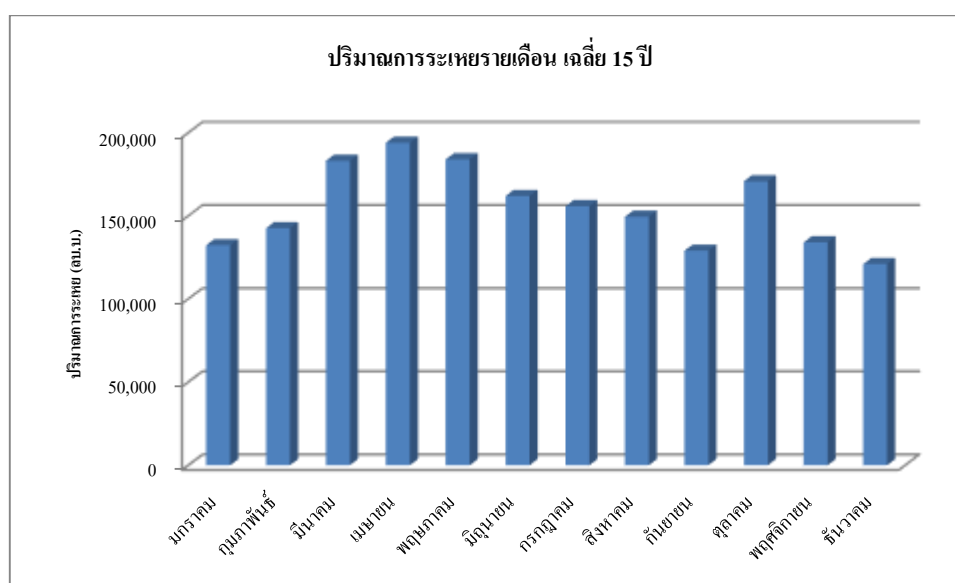
ค่าการระเหยรวมเฉลี่ยในเดือน ธันวาคม เท่ากับ 94.55 มม.

พื้นที่ผิวน้ำแก้มลิงหนองเปือย พื้นที่ 1,280,300 ตร.ม.

จะได้ ปริมาณการระเหยรวมเฉลี่ยรายเดือน ของเดือน ธันวาคม เท่ากับ 121,053 ลบ.ม.

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการระเหยรวมรายเดือนในคาบ 15 ปี

เดือน	อัตราการระเหย (มม.)	ปริมาณการระเหย (ลบ.ม.)
มกราคม	103.39	132,369
กุมภาพันธ์	111.39	142,618
มีนาคม	143.00	183,084
เมษายน	151.53	194,009
พฤษภาคม	143.71	183,988
มิถุนายน	126.49	161,941
กรกฎาคม	121.66	155,767
สิงหาคม	116.77	149,502
กันยายน	100.80	129,060
ตุลาคม	133.41	170,803
พฤศจิกายน	104.71	134,064
ธันวาคม	94.55	121,053
รวม	1,451.42	1,858,258
เฉลี่ย	120.95	154,855



รูปที่ 4.3 ปริมาณการระเหยรายเดือน เฉลี่ย ในรอบ 15 ปี

ปริมาณการระเหยเฉลี่ยรายเดือนจากตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.3 จะสามารถวิเคราะห์ปริมาณการระเหยเฉลี่ยได้ดังนี้ ปริมาณการระเหยจะมีค่าการระเหยสูงสุดในเดือนเมษายน มีปริมาณการระเหยเฉลี่ยเท่ากับ 194,009 ลบ.ม. และเริ่มลดลงในช่วงพฤษภาคม – กันยายน ทำให้มีปริมาณการระเหยรวมรายปีเฉลี่ย เท่ากับ 1,858,258 ลบ.ม.และปริมาณการระเหยเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 154,855 ลบ.ม.

4.3.2 ปริมาณการซึมของดิน

ค่าอัตราการรั่วซึมน้ำของหนองเล็งเปื้อนก่อนขุดลอกและหลังขุดลอกแก่ถึงหนองเล็งเปื้อนมีค่าที่แตกต่างกันและส่งผลให้คุณสมบัติทางวิศวกรรมแตกต่างกัน ดังแสดงตามตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ลักษณะของดินและคุณสมบัติทางวิศวกรรม

สัญลักษณ์ของกลุ่มดิน	ลักษณะทั่วไปของกลุ่มดิน	คุณสมบัติทางวิศวกรรมที่สำคัญ		
		ความซึมได้	กำลังต้านทานแรงเฉือน	ความสามารถในการบดอัดให้แน่น
SP (หลังการขุดลอก)	ทรายมีขนาดละเอียด ทรายปนกรวด มีเม็ดละเอียดปนบ้างหรือไม่มีเลย	ง่าย	ดี	พอใช้
SP-SM	ทรายมีขนาดละเอียด ทรายปนทรายแป้ง มีเม็ดละเอียดปนสูง	ง่ายถึงปานกลาง	ดี	พอใช้
SM	ทรายมีทรายแป้งปน ทราย-ทรายแป้งขนาดละเอียดไม่ผสมกัน	ปานกลาง	ดี	พอใช้
SC (ก่อนการขุดลอก)	ทรายมีดินเหนียวปน ทราย-ดินเหนียว ขนาดละเอียดไม่ผสมกัน	ยาก	ดีถึงพอใช้	ดี
CL	ดินเหนียวอินทรีย์ มีความเหนียวต่ำถึงปานกลาง ดินเหนียวปนดินทราย หรือดินเหนียวปนตะกอนทราย	ยากมาก	พอใช้	เลว

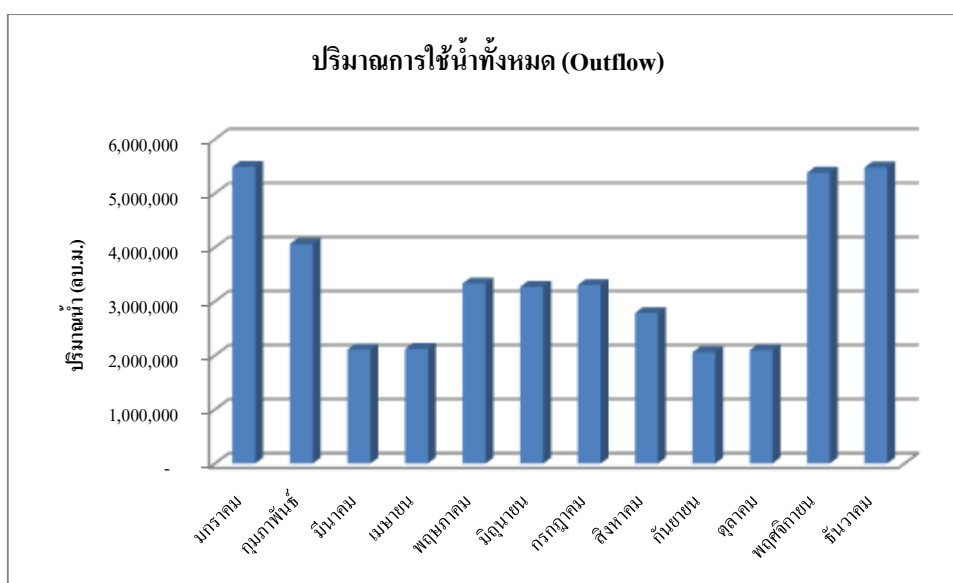
สำหรับคุณสมบัติดินก่อนและหลังการขุดลอก พบว่า ภายหลังการขุดลอกชั้นดินจนถึงชั้นทราย ที่น้ำซึมผ่านได้เร็วกว่าชั้นดินเหนียว ซึ่งเดิมเป็นดินก่อนขุดลอก (ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมน้ำเฉลี่ยของชั้นทรายมีค่ามากกว่าประมาณ 10-60 เท่าของดินเหนียวเดิม) ทำให้อัตราการรั่วซึมจากท้องหนอง มีโอกาสสูงเพิ่มมากขึ้น จากเดิมก่อนการขุดลอก โดยอัตราการรั่วซึมก่อนการขุดลอกมีค่าประมาณ 0.7 เมตร ต่อเดือน และหลังการขุดลอกชั้นตะกอนดินเหนียวที่กั้นหนองออก พบว่าการทดสอบอัตราการซึมในห้องปฏิบัติการ ดินประเภท sp มีค่าสัมประสิทธิ์การซึม เท่ากับ 1.5 ม./เดือน

ดังนั้น มีปริมาณการซึมน้ำ เท่ากับ 1,920,450 ลบ.ม./เดือน ระดับควบคุมกักเก็บน้ำ ระดับ+132.00 รทก. ซึ่งมีพื้นที่ผิวดินซึมน้ำเท่ากับ 1,280,300 ตร.ม

อัตราการรั่วซึมของน้ำในหนองภายหลังการขุดลอกจะมีค่าเร็วหรือช้า ขึ้นกับระดับน้ำได้ดินในชั้นทราย ซึ่งขึ้นกับอัตราการสูบน้ำบาดาลไปใช้ของชุมชนโดยรอบ โดยเฉลี่ยระดับน้ำในหนองอาจลดต่ำด้วยอัตราประมาณ 1-1.5 เมตร ต่อเดือน ในสภาวะที่ไม่มีน้ำผิวดินไหลจากพื้นที่ต้นน้ำมาเติมในบริเวณหนอง และในสภาวะที่มีการสูบน้ำบาดาลไปใช้เป็นปริมาณมาก

4.4 ปริมาณการใช้น้ำทุกกิจกรรม (Outflow)

การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้น จากกรณีศึกษาของแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน สามารถนำค่าที่ได้มารวมเป็นปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด ดังแสดงตามตารางที่ 4.10 ซึ่งเป็นปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ปริมาณการใช้น้ำของพืชไร่เดือน ปริมาณการใช้น้ำของสัตว์ ปริมาณการซึมน้ำรายเดือน และปริมาณการระเหยเฉลี่ยรายเดือน



รูปที่ 4.4 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนทั้งหมด (Outflow)

จากรูปที่ 4.4 พบว่าปริมาณการใช้น้ำจากแก้มลิงหนองเล็งเปื้อนมีปริมาณมากช่วงการทำการเกษตร คือการทำข้าวนาปรัง ช่วงเดือนพฤศจิกายน- กุมภาพันธ์ ส่งผลให้ในเดือนมกราคม จะมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 5,488,544 ลบ.ม. และช่วงที่ไม่มีการทำการเกษตรจะมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนกันยายน เท่ากับ 2,053,877 ลบ.ม.

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนเฉลี่ยทั้งหมด (Outflow) (ลูกบาศก์เมตร)

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค	ปริมาณการใช้น้ำของพืช	ปริมาณการใช้น้ำของสัตว์	ปริมาณการขีมน้ำรายเดือน	ปริมาณการระเหยเฉลี่ยรายเดือน	รวมปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด
มกราคม	730	3,431,214	3,782	1,920,450	132,369	5,488,544
กุมภาพันธ์	659	1,992,318	3,416	1,920,450	142,618	4,059,461
มีนาคม	730	-	3,782	1,920,450	183,084	2,108,046
เมษายน	706	-	3,660	1,920,450	194,009	2,118,825
พฤษภาคม	730	1,220,437	3,782	1,920,450	183,988	3,329,387
มิถุนายน	706	1,181,068	3,660	1,920,450	161,941	3,267,826
กรกฎาคม	730	1,220,437	3,782	1,920,450	155,767	3,301,166
สิงหาคม	730	708,641	3,660	1,920,450	149,502	2,783,105
กันยายน	706	-	3,660	1,920,450	129,060	2,053,877
ตุลาคม	730	-	3,782	1,920,450	170,803	2,095,765
พฤศจิกายน	706	3,320,530	3,660	1,920,450	134,064	5,379,411
ธันวาคม	730	3,431,214	3,782	1,920,450	121,053	5,477,229
รวม	8,596	16,505,859	44,525	23,045,400	1,858,258	20,511,921
เฉลี่ย	716	1,375,488	3,710.39	1,920,450	154,855	3,469,739

4.5 สมดุลน้ำ

จากการคำนวณปริมาณน้ำฝนในพื้นที่รับน้ำ ทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน (Inflow) รายเดือน และค่าการคำนวณการใช้น้ำในทุกกิจกรรม ทั้งการใช้เพื่อการอุปโภค-บริโภค การใช้น้ำเพื่อการเกษตร และการใช้น้ำเพื่อการเลี้ยงสัตว์ พร้อมทั้งปริมาณการสูญเสียจากการระเหยและการรั่วซึม ซึ่งรวมเป็นผลรวมในการใช้น้ำจากแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน (Outflow) เมื่อพิจารณาหลักการสมดุลน้ำ บนพื้นฐานของความจุแก้มลิง (Storage) และโอกาสที่สามารถจะเกิดขึ้นได้ประกอบด้วย 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 $\text{Storage} > \text{Inflow} > \text{Outflow}$

กรณีที่ 2 $\text{Storage} < \text{Inflow} > \text{Outflow}$

กรณีที่ 3 $\text{Storage} > \text{Inflow} < \text{Outflow}$

เมื่อเราพิจารณาจากตารางที่ 4.11 ปริมาณการกักเก็บน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเป้อย มีปริมาณความจุเพิ่มขึ้นจากการขุดลอก จึงทำให้แก้มลิงหนองเล็งสามารถกักเก็บปริมาณน้ำได้เป็น 7,443,000 ลูกบาศก์เมตร แต่ปริมาณน้ำท่าจะมีไหลเข้าสู่แก้มลิงหนองเล็งเป้อย ช่วงเดือนเมษายน-ตุลาคมจะมีปริมาณน้ำไหลเข้าสู่แก้มลิงหนองเล็งเป้อยมากกว่าปริมาณการกักเก็บน้ำของหนองเล็งเป้อย ขณะที่ในเดือนสิงหาคม มีปริมาณน้ำไหลเข้าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 49,329,517 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีปริมาณที่สูงเกินความจุเก็บกักของแก้มลิงสูงมาก จึงอาจส่งผลให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ได้ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าสู่แก้มลิงหนองเล็งเป้อยปริมาณที่น้อย (363,152 - 1,907,031 ลบ.ม.) แต่เป็นช่วงที่เกษตรกรมีความต้องการใช้น้ำปริมาณมาก เพราะเป็นช่วงการเพาะปลูกข้าวนาปรัง จึงทำให้เกษตรกรมีปริมาณน้ำที่ไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก นอกจากนี้ปริมาณความต้องการใช้น้ำจะเกิดขึ้นสูงสุดในเดือนมกราคม เท่ากับ 5,488,544 ลูกบาศก์เมตร แต่ปริมาณน้ำไหลเข้าสู่พื้นที่เฉลี่ยรายเดือน เท่ากับ 1,907,031 ลูกบาศก์เมตร อาจจะส่งทำให้เกิดภาวะการขาดแคลนน้ำได้ ถ้าขาดการบริหารจัดการน้ำที่ดี

การเปรียบเทียบหาสมดุลน้ำระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้าและปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.12 โดยข้อมูลที่ได้จะเปรียบเทียบปริมาณน้ำไหลเข้าที่ได้จากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝน อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์ รายเดือนในช่วง ปี พ.ศ.2543-2557 และปริมาณการใช้น้ำที่ได้จากข้อมูลส่วนราชการในพื้นที่โดยรอบแก้มลิงหนองเล็งเป้อย โดยนำมาวิเคราะห์ปริมาณความต้องการใช้น้ำและปริมาณการสูญเสียทางธรรมชาติที่ได้จากการเก็บสถิติปริมาณการระเหยหรืออัตราการซึมผ่านของแก้มลิงหนองเล็งเป้อย จากนั้นนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบหาสมดุลน้ำในพื้นที่โดยรอบของแก้มลิงหนองเล็งเป้อย

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์สมดุลน้ำเฉลี่ยรายเดือน (ลูกบาศก์เมตร)

เดือน	ปริมาณการกักเก็บแก้มลิงหนองเล็งเป้อย (Storage)	ปริมาณน้ำท่า (Inflow)	ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด (Outflow)	Inflow-Outflow	กรณีสมดุล
มกราคม	7,443,000	1,907,031	5,488,544	-3,581,513	กรณี 3
กุมภาพันธ์	7,443,000	1,065,111	4,059,461	-2,994,350	กรณี 3
มีนาคม	7,443,000	3,523,078	2,108,046	1,415,032	กรณี 1
เมษายน	7,443,000	9,273,879	2,118,825	7,155,054	กรณี 2

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

เดือน	ปริมาณการกักเก็บแก้มลิง หนองเล็งเปื่อย (Storage)	ปริมาณน้ำท่า (Inflow)	ปริมาณการใช้ น้ำทั้งหมด (Outflow)	Inflow-Outflow	กรณีสมดุล
พฤษภาคม	7,443,000	28,218,821	3,329,387	24,889,434	กรณี 2
มิถุนายน	7,443,000	34,982,260	3,267,826	31,714,435	กรณี 2
กรกฎาคม	7,443,000	40,547,373	3,301,166	37,246,207	กรณี 2
สิงหาคม	7,443,000	49,329,517	2,783,105	46,546,412	กรณี 2
กันยายน	7,443,000	39,273,119	2,053,877	37,219,242	กรณี 2
ตุลาคม	7,443,000	13,013,253	2,095,765	10,917,488	กรณี 2
พฤศจิกายน	7,443,000	1,493,333	5,379,411	-3,886,077	กรณี 3
ธันวาคม	7,443,000	363,152	5,477,229	-5,114,077	กรณี 3
รวม		176,044,681	20,511,921		
เฉลี่ย		14,670,390	3,469,739		

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบสมดุลน้ำระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตร)

เดือน/พ.ศ.	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	เฉลี่ย
มกราคม	-5,105,156	-5,048,768	-5,520,925	-5,503,923	-3,019,647	-5,482,132	-5,497,342	-5,474,612	-2,973,009	-5,488,380	-862,278	-5,466,884	12,110,460	-4,930,441	-5,459,663	-3,581,513
กุมภาพันธ์	-4,015,090	-3,629,140	-3,659,306	-4,069,878	6,800,655	-3,600,794	-3,896,720	-4,027,251	-3,770,905	-3,596,633	-1,921,847	-3,985,225	-3,918,982	-3,617,284	-4,006,842	-2,994,349
มีนาคม	-1,774,360	-265,434	14,310,048	6,651,827	-2,059,842	-2,017,204	10,843,025	1,455,892	-283,132	2,231,159	-1,751,472	-1,385,057	-1,725,305	-1,178,381	-1,826,280	1,415,032
เมษายน	15,780,048	369,099	7,373,074	-1,814,229	14,065,395	-363,475	11,572,097	7,621,403	23,532,193	8,852,805	-2,009,971	771,570	8,977,041	-728,651	13,327,398	7,155,053
พฤษภาคม	19,928,330	54,855,132	48,183,078	6,166,074	47,789,092	21,222,476	13,102,672	20,693,053	19,788,626	27,085,432	8,604,163	19,906,040	32,207,210	17,113,050	16,697,087	24,889,434
มิถุนายน	40,088,385	52,195,375	31,579,832	51,322,901	31,865,922	48,685,973	26,331,429	2,636,879	34,425,009	53,992,713	19,102,607	29,073,414	6,068,052	11,738,955	36,609,071	31,714,434
กรกฎาคม	67,547,445	36,063,486	24,551,097	9,473,850	98,712,192	32,631,226	31,430,655	36,790,027	29,410,314	47,258,938	13,899,419	30,829,052	6,171,701	47,135,898	46,787,807	37,246,207
สิงหาคม	41,956,259	57,645,924	54,185,256	48,038,222	48,069,621	45,623,487	35,987,664	71,005,355	9,854,500	34,503,051	101,538,597	65,427,430	46,772,389	4,055,553	33,532,872	46,546,412
กันยายน	18,323,371	28,940,610	67,063,932	48,315,302	5,535,164	47,275,338	26,217,508	28,142,684	58,617,173	31,007,213	19,979,465	67,166,354	30,188,464	45,629,280	35,886,762	37,219,241
ตุลาคม	2,032,000	23,417,485	-482,861	-1,720,101	-2,115,880	-1,560,485	52,087,935	47,935,778	11,305,022	-1,941,017	15,794,694	13,384,853	509,112	1, 535,507	3,580,273	10,917,488
พฤศจิกายน	-4,957,220	-45,397	-5,339,421	-4,937,747	-5,244,607	-3,944,797	-5,351,573	-5,359,701	4,007,935	-4,948,437	-4,905,022	-4,915,878	-5,085,466	-5,071,112	-2,192,715	-3,886,077
ธันวาคม	-5,075,821	-5,065,093	-5,247,979	-5,046,669	-5,034,929	-5,110,712	-5,032,086	-5,014,521	-5,433,441	-5,017,888	-5,262,745	-4,988,812	-4,989,568	-5,389,849	-5,001,044	-5,114,077
รวม	184,728,192	239,433,281	226,995,825	146,875,631	235,363,136	173,358,901	187,795,264	196,404,987	178,480,286	183,938,956	162,205,610	205,816,858	127,285,110	106,292,525	167,934,726	181,527,286
เฉลี่ย	15,394,016	19,952,773	18,916,319	12,239,636	19,613,595	14,446,575	15,649,605	16,367,082	14,873,357	15,328,246	13,517,134	17,151,405	10,607,093	8,857,710	13,994,560	15,127,274

จากข้อมูลตารางที่ 4.12 เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลและนำมาคำนวณเป็นปริมาณน้ำท่าไหลเข้ารายเดือน ในรอบ 15 ปี และนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมด พบว่าปริมาณน้ำท่าไหลเข้าสู่แก้มลิงหนองเล็งเป็ยมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมด ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์เกือบทุกปี และมีแนวโน้มปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนประชากรและพื้นที่การเกษตรที่เพิ่มขึ้นในอนาคต อาจส่งผลกระทบต่อในการขาดแคลนน้ำเพื่อสนองความต้องการใช้น้ำเพื่อประโยชน์โดยรอบแก้มลิงหนองเล็งเป็ย ดังนั้นควรมีการบริหารจัดการวางแผนในการรองรับปริมาณการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น และในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายนของทุกปี จะมีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าสู่พื้นที่มากกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมด อาจส่งผลทำให้มีน้ำปริมาณเกินความสามารถการกักเก็บน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเป็ย แล้วประสบปัญหาอุทกภัยได้

4.6 แนวทางการบริหารจัดการน้ำ

จากโครงการปรับปรุงพัฒนาแก้มลิงหนองเล็งเป็ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในปี พ.ศ. 2558 ที่ดำเนินการโดยกองทัพบก ทำให้ปริมาณความจุของแก้มลิงหนองเล็งเป็ยมีปริมาณการกักเก็บจากประมาณ 1.6 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 7.4 ล้านลูกบาศก์เมตร ประกอบกับผลการศึกษสามารถสรุปแนวทางการบริหารจัดการน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเป็ย ดังนี้

1. การวางแผนเพิ่มพื้นที่ในการกักเก็บปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่พื้นที่ได้ทีจำนวนมากกว่าปริมาณการกักเก็บที่มีอยู่
2. พิจารณา วางแผน ออกแบบ การขยายระบบส่งน้ำให้สามารถรองรับประชากรที่อยู่รอบแก้มลิงหนองเล็งเป็ย จำนวน 24,170 คน ในพื้นที่ 117 ตารางกิโลเมตร ให้ได้รับประโยชน์จากแก้มลิงนี้ ทั้งนี้ ระบบส่งน้ำที่ออกแบบนี้ควรที่จะมีความเชื่อมโยงกันระหว่างระบบส่งน้ำกับแหล่งน้ำขนาดเล็กที่มีอยู่เดิมในพื้นที่
3. วางแผนและออกแบบระบบส่งน้ำจากสถานีสูบน้ำ 3 สถานี ซึ่งในปัจจุบันยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการใช้ประโยชน์จากแก้มลิงหนองเล็งเป็ยทั้งหมด พร้อมทั้งควรจัดสรรงบประมาณสำหรับก่อสร้างสถานีสูบน้ำเพิ่มขึ้น
4. จัดทำแนวทางป้องกันการเกิดอุทกภัยในพื้นที่รอบแก้มลิงหนองเล็งเป็ย เพราะปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่จำนวนเกินกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำและแหล่งกักเก็บน้ำ อาจส่งผลกระทบต่อความเสียหาย สร้างความเดือดร้อนให้ที่อยู่อาศัยของประชากรและพื้นที่เกษตรกรรมได้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาศักยภาพหนองเล็งเปื้อนเพื่อรองรับการใช้น้ำของประชากรในท้องถิ่น กรณีศึกษาโครงการพัฒนาแก้มลิงหนองเล็งเปื้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา นั้น สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1.1 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่พื้นที่ (Inflow) ในแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน มีปริมาณมากในช่วงเดือนเมษายน-ตุลาคม และมีปริมาณน้ำไหลเข้าเริ่มลดลงในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ โดยค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลเข้าสูงสุดเกิดขึ้นของเดือนสิงหาคม เท่ากับ 49.3 ล้านลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลเข้าต่ำสุดเกิดขึ้นของเดือนธันวาคม เท่ากับ 0.4 ล้านลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำรายเดือนเท่ากับ 14.7 ล้านลูกบาศก์เมตร

5.1.2 จากการประเมินการใช้น้ำทุกกิจกรรมนั้น ปริมาณความต้องการใช้น้ำมีอัตราการใช้น้ำในแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน ดังนี้ คือปริมาณการขิมน้ำเฉลี่ยรายเดือน จำนวน 1,920,450 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 55 ของปริมาณการใช้น้ำทุกกิจกรรม ปริมาณการใช้น้ำของพืชเฉลี่ยรายเดือน จำนวน 1,375,488 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 40 ของปริมาณการใช้น้ำทุกกิจกรรม ปริมาณการระเหยเฉลี่ยรายเดือน จำนวน 154,855 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 5 ของปริมาณการใช้น้ำทุกกิจกรรม โดยปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเลี้ยงสัตว์ และเพื่อการอุปโภค-บริโภค มีปริมาณการใช้น้ำจากแก้มลิงหนองเล็งเปื้อนน้อยมาก คือ ปริมาณเฉลี่ยรายเดือนจำนวน 3,710 ลูกบาศก์เมตร และ 716 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

5.1.3 ปริมาณการกักเก็บน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน (Storage) มีความจุเท่ากับ 7,443,000 ลูกบาศก์เมตร ระดับกักเก็บที่ +132.00 เมตร (รทก.) และปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมด (Outflow) ในแต่ละเดือนมีปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่าความจุของแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 3,469,739 ลูกบาศก์เมตร ทำให้แก้มลิงหนองเล็งเปื้อนสามารถรองรับการใช้น้ำที่เกิดขึ้นรอบแก้มลิงหนองเล็งเปื้อนได้เพียงพอ

จากผลการศึกษาวิเคราะห์สมดุลน้ำเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณน้ำท่าไหลเข้า ปริมาณการกักเก็บน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน และปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมด สรุปผลได้ดังนี้คือ

ปริมาณน้ำไหลเข้ามากกว่าปริมาณการกักเก็บน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปือย เกิดขึ้นในช่วงเดือน เมษายน-ตุลาคม แต่จะมีปริมาณน้ำไหลเข้าน้อยกว่าปริมาณการกักเก็บน้ำของแก้มลิงหนองเล็งเปือย เกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำท่าไหลเข้าและ ปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมดนั้น สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำมากกว่า ปริมาณน้ำไหลเข้าเกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่เกษตรกรทำการปลูก ข้าวนาปรัง

5.1.4 การบริหารจัดการน้ำในพื้นที่แก้มลิงหนองเล็งเปือยควรดำเนินการวางแผนเพิ่มพื้นที่ ในการกักเก็บปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่ พื้นที่ได้ทีี่จำนวนมากเกินกว่าปริมาณการกักเก็บที่มีอยู่ พร้อมทั้งออกแบบ การขยาย ระบบส่งน้ำให้สามารถรองรับประชากรที่อยู่รอบแก้มลิงหนองเล็งเปือย จำนวน 24,170 คน ในพื้นที่ 117 ตารางกิโลเมตร ให้ได้รับประโยชน์จากแก้มลิงนี้ ทั้งนี้ ระบบส่งน้ำที่ออกแบบนี้ควรที่จะมีความเชื่อมโยงกันระหว่างระบบส่งน้ำกับแหล่ง น้ำขนาดเล็กที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ และเพิ่มจำนวนสถานีสูบน้ำ นอกจากนี้ควรจัดทำ แนวทางป้องกันการเกิดอุทกภัยในพื้นที่รอบแก้มลิงหนองเล็งเปือย ที่สร้างความ เดือนร้อนให้กับที่อยู่อาศัยของประชากรและพื้นที่เกษตรกรรม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 พื้นที่ยังประสบปัญหาน้ำท่วมในช่วงที่มีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าสู่พื้นที่จำนวนมากและ เกินความสามารถในการกักเก็บ หน่วยงานราชการและองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ควรบริหารจัดการน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยประชากรในพื้นที่ไม่ได้รับความเดือดร้อน พร้อมทั้งยังสร้างจิตสำนึกให้ประชากรในการดูแลรักษาแหล่งน้ำ ธรรมชาติและเข้าใจในการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการด้วย

5.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์จากแก้มลิงหนองเล็งเปือย ควรมีการเก็บ รวบรวมข้อมูลโดยละเอียดและปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ แต่เนื่องแก้มลิงหนอง เล็งเปือยมีพื้นที่ครอบคลุมในการใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่กว้าง จึงควรแบ่งเขตในการ เก็บรวบรวมข้อมูลให้ชัดเจน ทำงานแบบบูรณาการระหว่างหน่วยงานราชการกับ ประชากรที่อาศัยในพื้นที่

5.2.3 การบริหารจัดการน้ำควรใช้การบูรณาการร่วมกันของหน่วยราชการในพื้นที่และ ประชาชนที่ได้รับประโยชน์จากแก้มลิงหนองเล็งเปือย ควรมีการวางแผนบริหารจัดการ ที่ดี เนื่องจากปริมาณน้ำที่จะไหลเข้าแก้มลิงหนองเล็งเปือย อาจจะช่วงที่มี

ปริมาณน้ำมากกว่าปริมาณการกักเก็บน้ำที่จำกัด ปัจจุบันมีระดับการกักเก็บน้ำที่ +132.00 เมตร (รทก.) อาจจะมีเพิ่มระดับการกักเก็บน้ำเพื่อให้มีปริมาณการกักเก็บน้ำเพิ่มขึ้น และสร้างระบบการส่งน้ำโดยการเพิ่มสถานีสูบน้ำ เพราะสถานีสูบน้ำมีจำนวน 3 สถานี ทำการส่งน้ำให้ประชาชน ที่ใช้ประโยชน์จากแก้มลิงหนองเล็งเป็อย ซึ่งยังไม่ครอบคลุมพื้นที่การเกษตรกรรมและเพื่อการอุปโภค-บริโภค

- 5.2.4 เมื่อทราบถึงสมดุลน้ำที่เกิดขึ้นจะสามารถทราบแนวโน้มปริมาณน้ำไหลเข้า พิจารณาการกักเก็บน้ำให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการใช้น้ำรอบแก้มลิงเล็งเป็อย โดยแจ้งข้อมูลและให้ความรู้แก่ประชาชนที่ใช้น้ำจากแก้มลิงหนองเล็งเป็อยให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2557). รายงานความก้าวหน้าฉบับกลาง โครงการติดตามและบูรณาการอย่างมีส่วนร่วม ของโครงการพัฒนาแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน.
- กรมชลประทาน. (2553). การศึกษาโครงการเบื้องต้น (Reconnaissance Study) โครงการแก้มลิงหนองเล็งเปื้อนพร้อมอาคารประกอบอำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์. สำนักชลประทานที่ 6.
- สถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมปิดทองหลังพระ สืบสานแนวพระราชดำริ. (2557). เอกสารประกอบการบรรยาย โครงการพัฒนาแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอร่องคำ อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์.
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อขยายผล การจัดการน้ำชุมชนเพื่อแก้ปัญหาภัยแล้ง น้ำท่วม ในพื้นที่นอกเขตชลประทาน โดยชุมชน อย่างยั่งยืน 84 แห่ง.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดกาฬสินธุ์. (2557). ข้อมูลเกษตรกร ประจำปี 2557 ตำบลสามัคคี ตำบลร่องคำ ตำบลเหล่าอ้อย ตำบลโพนงาม จังหวัดกาฬสินธุ์.
- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. (2548). มัธยมศึกษาพันธุดิน, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองทัพบก. (2557). แบบการขุดลอกแก้มลิงหนองเล็งเปื้อน. เอกสารส่งมอบพื้นที่โครงการปรับปรุงและพัฒนาแก้มลิงหนองเล็งเปื้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.
- ดิเรก ทองอร่าม. (2525). ความต้องการน้ำชลประทานและค่าชลภาระในการออกแบบระบบส่งน้ำ. เอกสารการสัมมนาวิชาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำงานชลประทาน.
- ดร.พงษ์ศักดิ์ วิวิศุทธิกุล และ พิณทิพย์ ชิตโรจนวัฒน์. (2551). การกำหนดค่า SCS-CN ของพืชคลุมดินเพื่อการจัดการพื้นที่ต้นน้ำ. ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ (เอกสารเผยแพร่ที่ 7/2551): กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- จำนวนประชากรบริเวณพื้นที่โครงการฯ [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.thaitambon.com>.
- แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน พื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://gisweb1dd.1dd.go.th>.
- โครงการชลประทานมหาสารคาม กรมชลประทาน. (2552). วัฏจักรน้ำ [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.buffer.forestry.iastate.edu/Photogallery/illustrations/illustrations0-1.htm>.

ประวัติผู้เขียน

ร้อยเอกชिरพงศ์ ปิติแก่นทราย เกิดเมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2528 ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ในปี 2549 และได้เข้าศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ.2556 ด้านการทำงานปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้บังคับกองร้อยทหารช่างที่ 2 กองพันทหารช่างที่ 6 ค่ายสุธรรมพิทักษ์ ตำบลโพธิ์กลาง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา