



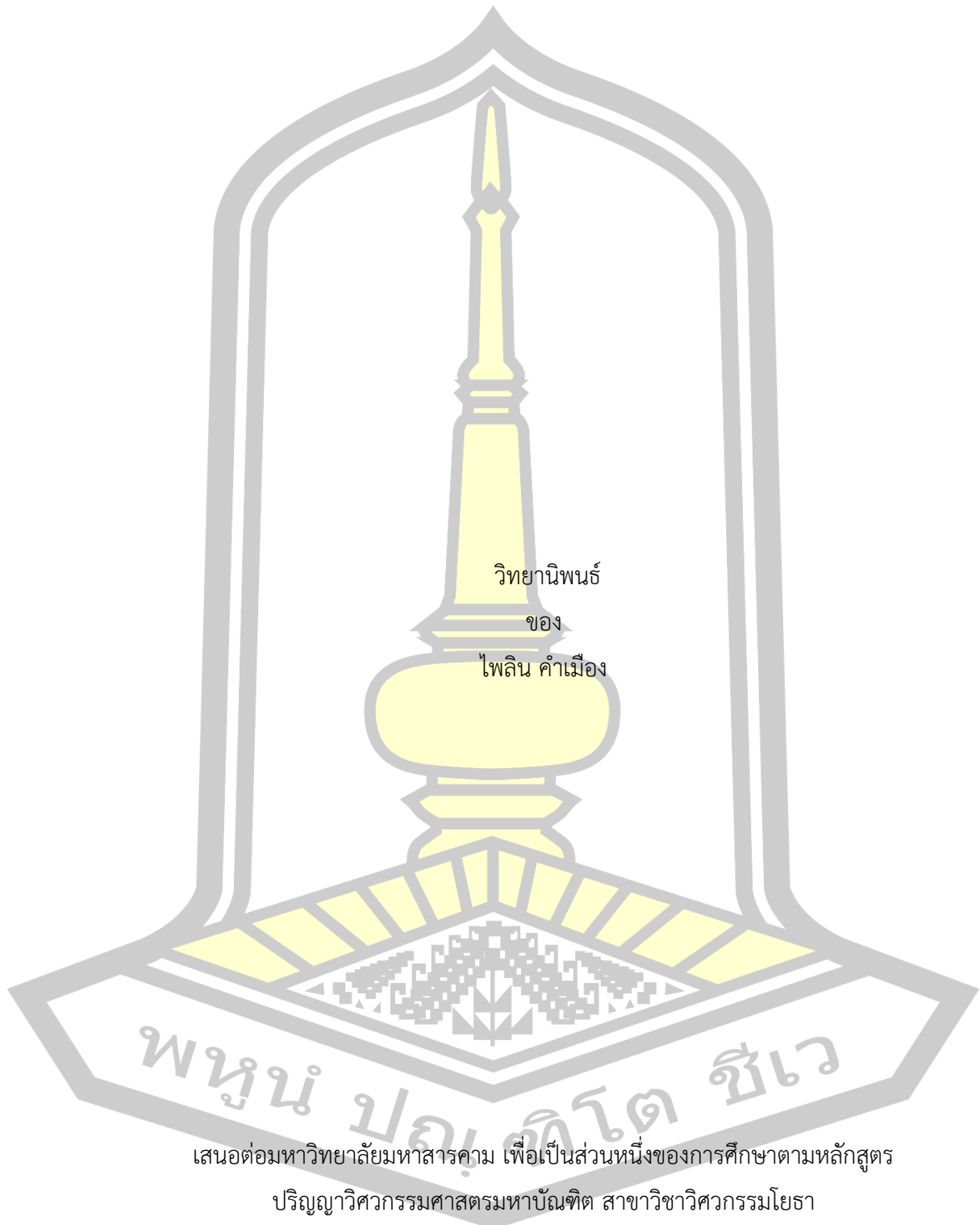
การประเมินดัชนีน้ำสำหรับการประมาณความจุอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์โดยใช้การรับรู้ระยะไกล

วิทยานิพนธ์
ของ
ไพลิน คำเมือง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มิถุนายน 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การประเมินดัชนีน้ำสำหรับการประมาณความจุอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์โดยใช้การรับรู้ระยะไกล



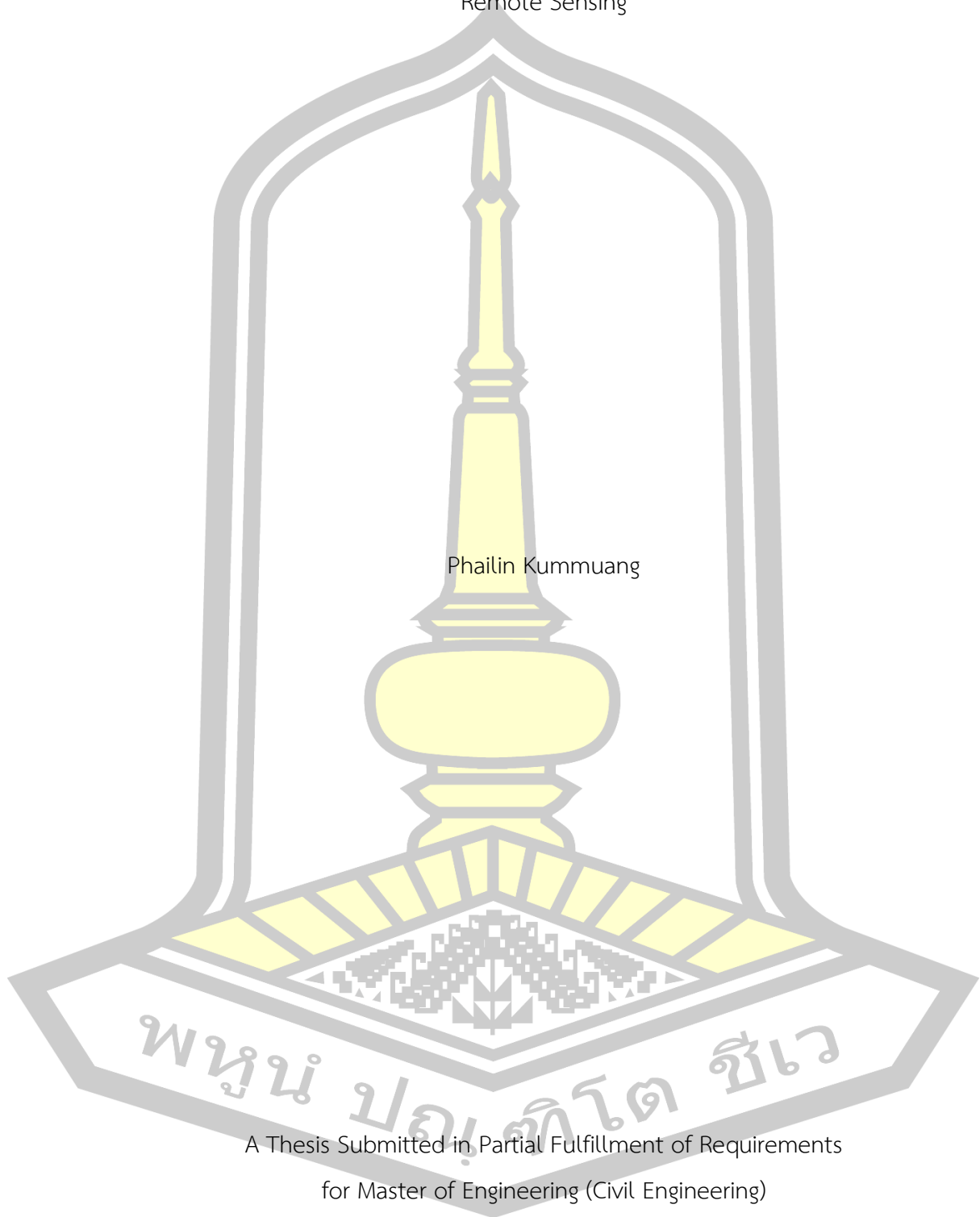
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

มิถุนายน 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Evaluation Water Indices for Estimation Capacity of Ubolratana Reservoir using
Remote Sensing



Phailin Kummuang

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Engineering (Civil Engineering)

June 2020

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวไพลิน คำเมือง
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สมพินิจ เหมืองทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ศีวา แก้วปลั่ง)

กรรมการ

(ศ. ดร. อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง)

กรรมการ

(ผศ. ดร. รัตนา หอมวิเชียร)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(รศ. ดร. เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การประเมินดัชนีน้ำสำหรับการประมาณความจุอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์โดยใช้การรับรู้ระยะไกล		
ผู้วิจัย	ไพลิน คำเมือง		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิवा แก้วปลั่ง		
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2563

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การตัดไม้ทำลายป่าและการใช้ที่ดินของมนุษย์เป็นสาเหตุหลักของการกัดเซาะของตะกอนที่ลงสู่แม่น้ำ และทำให้เกิดการสะสมของตะกอนเป็นผลให้ความจุของอ่างเก็บน้ำลดลง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการวางแผนและการจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำในระยะยาว โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อคือ (1) ทำการเปรียบเทียบเพื่อหาดัชนีน้ำที่เหมาะสมจากดัชนี 3 ชนิดคือ NDWI MNDWI และ WRI เพื่อใช้สำหรับหาพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM โดยเลือกช่วงที่อ่างเก็บน้ำมีระดับน้ำแตกต่างกัน 8 ช่วงเวลา ในระหว่างปี 2008-2010 ร่วมกับข้อมูลระดับน้ำ ณ วันที่ถ่ายภาพ และสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและความจุของอ่างเก็บน้ำที่ได้จากข้อมูลดาวเทียม กับ ข้อมูลที่เขื่อนอุบลรัตน์ทำการสำรวจครั้งล่าสุดเมื่อปี 2009 ผลการศึกษาพบว่า ดัชนี MNDWI เป็นดัชนีที่เหมาะสมที่สุด ให้ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) เท่ากับ 5.16 คิดเป็นความคลาดเคลื่อน 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ (2) ทำการประมาณความจุปัจจุบันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ใช้ภาพ 8 ช่วงเวลา ระหว่างปี 2017-2020 พบว่า จากปี 2009 ถึง 2020 อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์มีความจุลดลง 363.29 ล้าน ลบ.ม. หรือ เท่ากับ 12.7 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นอัตราการตกตะกอนเฉลี่ย เท่ากับ 33.03 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี วิธีการที่นำเสนอในการศึกษานี้สามารถเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการประมาณความจุอ่างเก็บน้ำที่ต้องการศึกษาได้ เนื่องจากให้ผลการประมาณที่มีความแม่นยำ ใช้ระยะเวลาและงบประมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการภาคสนาม

คำสำคัญ : การรับรู้ระยะไกล, ดัชนีน้ำ, อ่างเก็บน้ำ, การตกตะกอน, เขื่อนอุบลรัตน์

TITLE Evaluation Water Indices for Estimation Capacity of Ubolratana Reservoir using Remote Sensing

AUTHOR Phailin Kummuang

ADVISORS Assistant Professor Siwa Kaewplang , Ph.D.

DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Civil Engineering

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2020

ABSTRACT

Climate change, deforestation and human land use are the main cause of sediment erosion into the river. Resulting in sediment accumulation decreases the capacity of the reservoir, which affected the water planning and management of the reservoir in the long-term. This study has 2 objectives which are (1) To compare among the water index. There are 3 suitable indices NDWI, MNDWI, and WRI that can be used to calculate water area of Ubolratana Reservoir integrating Landsat 5 TM satellite images from 8 time period during 2008-2010 along with the reservoir water levels which was collected at the same date and time then create graphs to compare the relation between water level and reservoir capacity. The latest satellite survey at Ubolratana Dam was made in 2009 shows that the MNDWI is the most suitable index which yields the root means square errors (RMSE) at 5.16, representing 0.4 percent difference from the local field survey. (2) To estimate water capacity in Ubolratana Reservoir by using satellite images of Landsat 8 OLI during 8 time period from 2017-2020. It shows that in 2009-2020 the capacity of the reservoir decreases approximately 363.29 MCM or 12.7 percent. Equal to 33.03 MCM per year of sedimentation rate. The method in this study can be considered as another option for the estimation of other reservoir capacity to study due to the result in high accuracy shorter time taken and lower budget compare to the local field survey.

Keyword : Remote sensing, Water Index, Reservoir, Sedimentation, Ubolratana Dam



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวา แก้วปลั่ง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษามาโดยตลอด

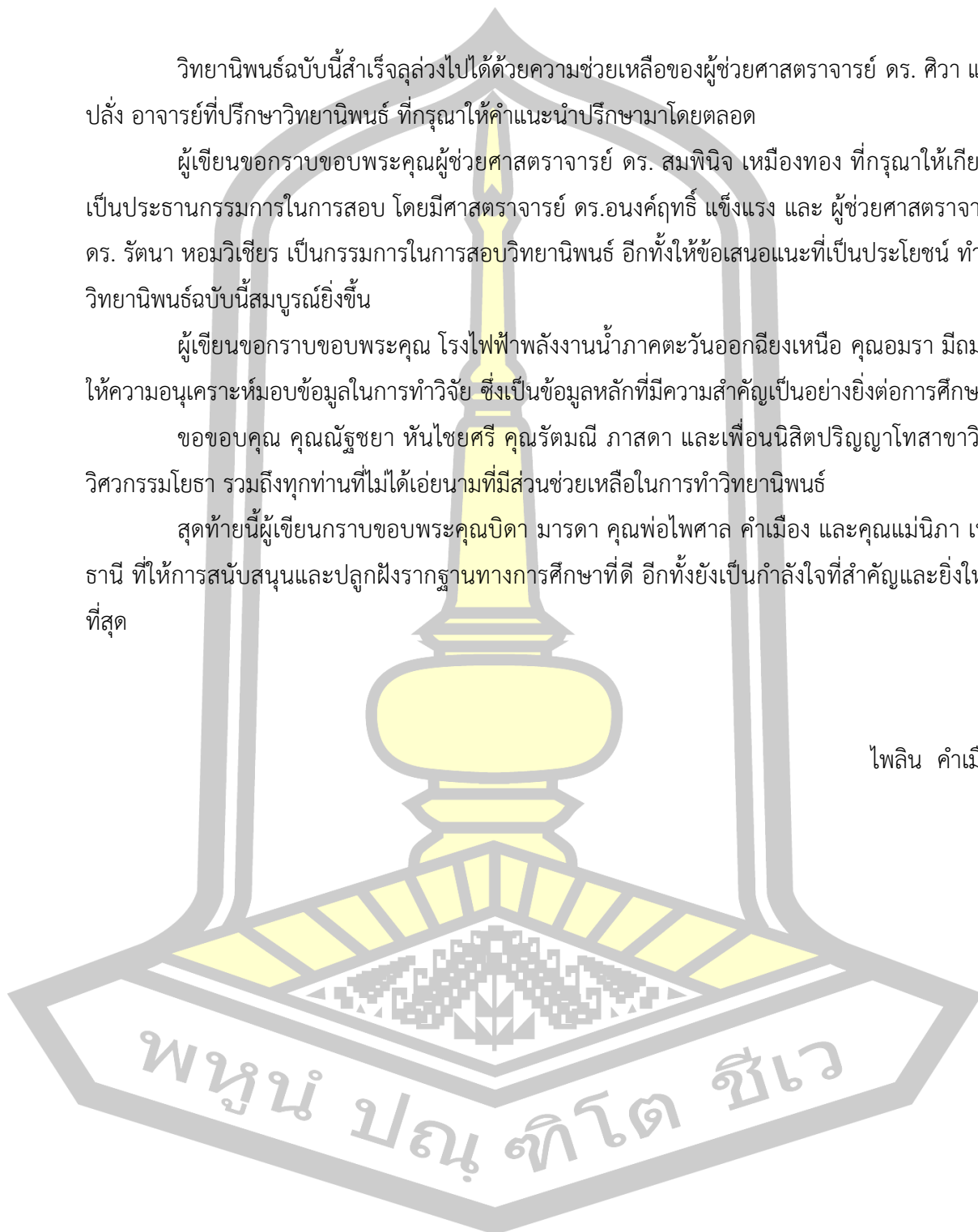
ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพินิจ เหมือนทอง ที่กรุณาให้เกียรติเป็นประธานกรรมการในการสอบ โดยมีศาสตราจารย์ ดร.อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัตนา หอมวิเชียร เป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คุณอมรา มีถม ที่ให้ความอนุเคราะห์มอบข้อมูลในการทำวิจัย ซึ่งเป็นข้อมูลหลักที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษา

ขอขอบคุณ คุณณัฐชยา หันไชยศรี คุณรัตมณี ภาสตา และเพื่อนนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา รวมถึงทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ผู้เขียนกราบขอบพระคุณบิดา มารดา คุณพ่อไพศาล คำเมือง และคุณแม่ณีภา เทพธานี ที่ให้การสนับสนุนและปลูกฝังรากฐานทางการศึกษาที่ดี อีกทั้งยังเป็นกำลังใจที่สำคัญและยิ่งใหญ่ที่สุด

ไพelines คำเมือง



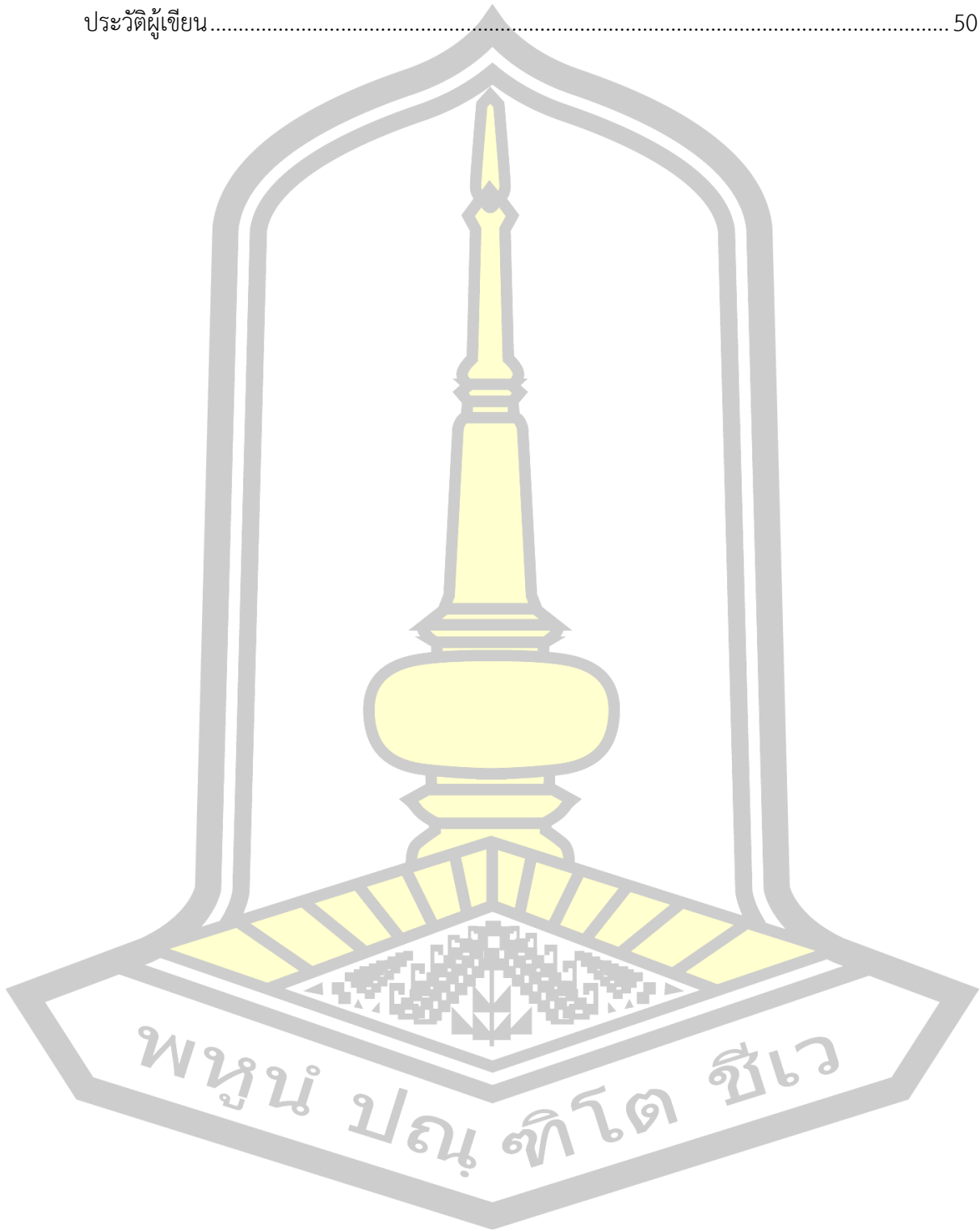
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพประกอบ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของการทำการศึกษา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 แผนการดำเนินการศึกษา.....	3
1.5 สถานที่ดำเนินการศึกษา.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.7 งบประมาณ.....	4
1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 อ่างเก็บน้ำ และการคำนวณความจุ.....	5
2.1.1 การแบ่งโซนเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ (Zones of storage in a reservoir).....	5
2.1.2 โซนในอ่างเก็บน้ำ.....	5
2.1.3 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ (Physical characteristics of reservoirs).....	6
2.2 คุณลักษณะของตะกอน แหล่งกำเนิด การพัดพาและการทับถม.....	7

2.2.1 ตะกอนแม่น้ำ (River Sediment).....	7
2.2.2 กระบวนการชะล้างพังทลายและการเกิดตะกอน	8
2.2.3 การพัดพาตะกอน (Sediment Transport)	9
2.2.4 การทับถมของตะกอน	10
2.3 การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing).....	11
2.3.1 ความหมายและกระบวนการ Remote Sensing.....	11
2.3.2 ระบบการทำงาน Remote Sensing.....	11
2.3.3 หลักการของ Remote Sensing	12
2.4 ดาวเทียม Landsat.....	12
2.5 ดัชนีผลต่าง	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	19
3.1 พื้นที่การศึกษา.....	19
3.2 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	20
3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	21
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	21
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	25
4.1 พื้นที่ผิวน้ำที่คำนวณจากดัชนีผลต่างความชื้น NDWI MNDWI และ WRI	25
4.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของดัชนีผลต่างความชื้น NDWI MNDWI และ WRI.....	28
4.3 แสดงปริมาณความจุของเขื่อนตั้งแต่ปี 2009 ถึง 2019	32
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผลการทดลอง	35
5.2 อภิปรายผลการทดลอง	35
บรรณานุกรม.....	37

ภาคผนวก..... 43

ประวัติผู้เขียน..... 50



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1.1 แผนการศึกษา.....	3
ตาราง 1.2 งบประมาณ.....	4
ตาราง 2.1 คุณลักษณะของดาวเทียมและอุปกรณ์บนดาวเทียม.....	13
ตาราง 2.2 อุปกรณ์สำรวจที่สำคัญ.....	14
ตาราง 2.3 ระบบ Thematic Mapper (TM) ความยาวช่วงคลื่นและรายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร ของดาวเทียม Landsat 5.....	15
ตาราง 2.4 ความยาวช่วงคลื่นและรายละเอียดจุดภาพของดาวเทียม Landsat 8.....	15
ตาราง 2.5 สมการดัชนีผลต่างประเภทต่าง ๆ.....	17
ตาราง 4.1 พื้นที่ผิวน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ปี 2009.....	25
ตาราง 4.2 พื้นที่ผิวน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ปี 2019.....	27
ตาราง 4.3 ข้อมูลการวิเคราะห์ค่า RMSE ของดัชนีผลต่างความชื้น NDWI MNDWI และ WRI ในปี 2009.....	29
ตาราง 4.4 แสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความจุที่ลดลงโดยใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียมในปีพ.ศ. 2019 เปรียบเทียบกับข้อมูลของเขื่อนในปีพ.ศ. 2009.....	32

พูน ปณ ทิโต ชีเว

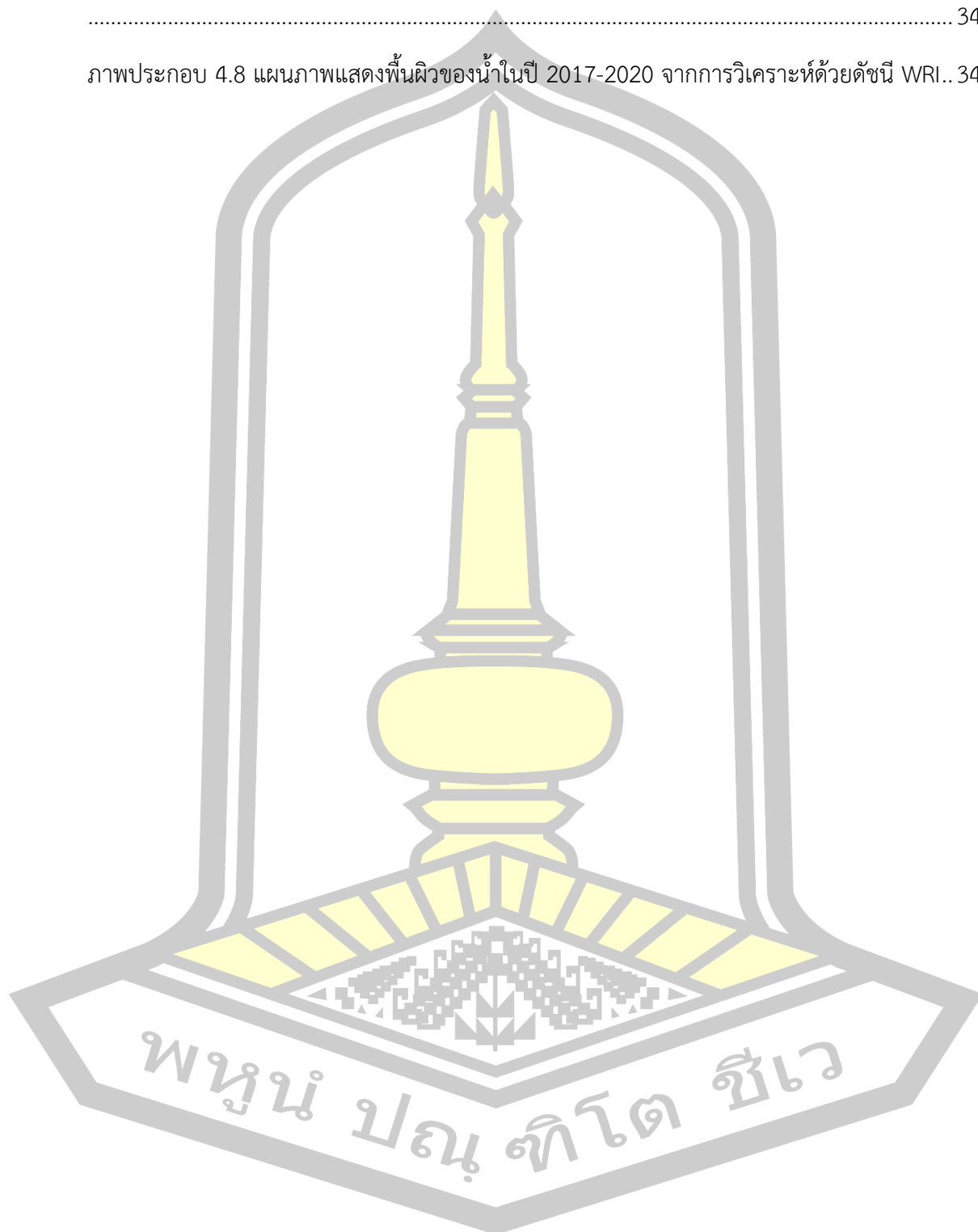
สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 2.1 การแบ่งโซนเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ.....	6
ภาพประกอบ 2.2 โค้งความจุ-พื้นที่-ระดับ	7
ภาพประกอบ 2.3 การเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ	10
ภาพประกอบ 2.4 แผนที่ตั้งของ Vaigai Reservoir.....	18
ภาพประกอบ 3.1 แสดงจุดเก็บข้อมูล.....	20
ภาพประกอบ 3.2 ขยายพื้นที่เก็บข้อมูล	20
ภาพประกอบ 3.3 แสดงการเก็บภาพจาก USGS.....	22
ภาพประกอบ 3.4 แสดงการจำแนกพื้นที่ผิวน้ำโดยใช้โปรแกรม Qgis 2.18.15.....	22
ภาพประกอบ 3.5 แสดงการคำนวณพื้นที่ผิวน้ำโดยใช้โปรแกรม Qgis 2.18.15.....	23
ภาพประกอบ 3.6 แสดงการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความจุอ่างกับระดับน้ำ.....	23
ภาพประกอบ 3.7 แสดงตารางเปรียบเทียบความจุอ่างกับระดับน้ำจากดัชนีน้ำ.....	24
ภาพประกอบ 4.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความจุอ่างและระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์โดยเปรียบเทียบความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 กับความจุที่สำรวจโดยใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียมและวิเคราะห์ด้วยดัชนีความชื้น NDWI MNDWI และWRI ในปี 2008-2010.....	30
ภาพประกอบ 4.2 แผนที่ภาพแสดงพื้นผิวของน้ำในปี 2008-2010 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี NDWI30.....	30
ภาพประกอบ 4.3 แผนที่ภาพแสดงพื้นผิวของน้ำในปี 2008-2010 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี MNDWI.....	31
ภาพประกอบ 4.4 แผนที่ภาพแสดงพื้นผิวของน้ำในปี 2008-2010 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี WRI..	31
ภาพประกอบ 4.5 แสดงการความสัมพันธ์ระหว่างความจุอ่างและระดับน้ำและของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์โดยเปรียบเทียบความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 กับความจุที่สำรวจโดยใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียมและวิเคราะห์ด้วยดัชนีความชื้น NDWI MNDWI และWRI ในปี 2017-2020.....	33
ภาพประกอบ 4.6 แผนที่ภาพแสดงพื้นผิวของน้ำในปี 2017-2020 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี NDWI33.....	33

ภาพประกอบ 4.7 แผนภาพแสดงพื้นผิวของน้ำในปี 2017-2020 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี MNDWI

..... 34

ภาพประกอบ 4.8 แผนภาพแสดงพื้นผิวของน้ำในปี 2017-2020 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี WRI.. 34



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการทำการศึกษา

อ่างเก็บน้ำถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ใช้งานหลากหลาย ทั้งด้านชลประทาน ผลิตกระแสไฟฟ้า เกษตรกรรม รวมถึงการอุปโภคบริโภค โดยทั่วไปอ่างเก็บน้ำจะตั้งอยู่ท้ายสุดของกลุ่มน้ำขนาดใหญ่และรับน้ำไหลเข้าจากแม่น้ำสายหลัก อ่างเก็บน้ำจึงเป็นที่เก็บกักตะกอนในธรรมชาติ [1, 2] การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การตัดไม้ทำลายป่า การใช้ที่ดินของมนุษย์ ปริมาณน้ำฝนที่ไหลหลาก และการพังทลายของตลิ่งแม่น้ำทำให้เกิดตะกอนที่กักเซาะในแม่น้ำ [3-5] ซึ่งบริเวณพื้นที่ระดับน้ำท่วมสูง จะเกิดปัญหาการตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำและแม่น้ำเพิ่มขึ้นทำให้ความจุของอ่างเก็บน้ำลดลง [6-8] ดังนั้นตะกอนที่สะสมปริมาณมากจะส่งผลกระทบต่อความจุเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ จึงยากต่อการจัดการและการวางแผนใช้น้ำในระยะยาวจนกระทั่งอ่างเก็บน้ำตื้นเขินไม่สามารถใช้งานได้ อีกต่อไป [9, 10]

วิธีที่ใช้สำหรับการประมาณความจุหรือการประเมินการตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำแบบดั้งเดิม จะใช้วิธีการสำรวจทางอุทกศาสตร์ โดยการสำรวจความลึกของน้ำ (bathy metric surveys) [11-13] ได้แก่ วิธีการใช้สายหยั่งความลึก วิธีการใช้เสียงสะท้อน (echo sounder) และวิธีการใช้คลื่นสั่นสะเทือน (seismic wave) ซึ่งใช้จำนวนแรงงานและงบประมาณสูงในการทำสำรวจ

มีรายงานการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลมาใช้สกัดพื้นที่ผิวน้ำจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Modis [14-17], Landsat [18-22], Radarsat SAR [23-26], และ Sentinel [27-30] หลายรายงานการศึกษาของ [31-36] นิยมใช้ดัชนีน้ำ NDWI ในการสกัดพื้นที่ผิวน้ำจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อนำมาคำนวณหาความจุของอ่างเก็บน้ำ ซึ่ง NDWI ถูกใช้งานอย่างกว้างขวางในด้านการเกษตรและป่าไม้ สามารถใช้ได้ดีกับบริเวณที่เป็นน้ำผิวดิน มีการสะท้อนแสงสูงสุดของน้ำในช่วงความยาวคลื่นสีเขียว และมีการสะท้อนแสงต่ำของพื้นที่ผิวน้ำในช่วงความยาวคลื่น NIR ในรายงานการศึกษาของ [37] ระบุว่าดัชนีน้ำ MNDWI พัฒนามาจากดัชนีน้ำ NDWI โดยใช้แบนด์ MIR แทนแบนด์ NIR เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดพื้นที่ผิวน้ำที่มีพืชและพื้นดิน ดัชนีน้ำ MNDWI จึงสามารถจำแนกบริเวณพื้นที่ผิวน้ำได้ละเอียดมากขึ้น และรายงานการศึกษาของ [38] ทำการประเมินความแปรผันของพื้นที่ผิวน้ำโดยใช้ดัชนีน้ำ NDWI, MNDWI และ WRI จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat พบว่า ดัชนีน้ำ MNDWI มีความเหมาะสมมากที่สุดในการตรวจจับพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งรายงานการศึกษาของ [39] ทำการประเมินสมรรถนะการสกัดพื้นที่ผิวน้ำโดยใช้ข้อมูล Landsat

ETM + ในทะเลสาบอนุเบีย ชูดาน ด้วยเทคนิค 8 ประเภท ประกอบด้วย AWEI NDMI NDWI, MNDWI WRI NDVI วิธีการการจำแนกแบบ Supervised และ Unsupervised ผลการศึกษาพบว่าแผนที่พื้นที่ผิวน้ำที่วิเคราะห์จากดัชนีน้ำ NDWI และ NDVI ไม่น่าเชื่อถือเนื่องจากข้อมูลของแผนที่พื้นที่ผิวน้ำไม่สมจริง ในขณะที่แผนที่พื้นที่ผิวน้ำที่วิเคราะห์จาก AWEI, NDMI, MNDWI, WRI โดยวิธีการการจำแนกแบบ Supervised และ Unsupervised มีความถูกต้องของสัปดาห์พื้นที่ผิวน้ำเท่ากับ 93.93%, 96.27%, 95.63%, 73.4%, 91.94% และ 97.23% ตามลำดับ ดังนั้น การเลือกดัชนีน้ำเพื่อสัปดาห์พื้นที่ผิวน้ำให้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาจึงมีความจำเป็นต่อการใช้วิเคราะห์หาพื้นที่ผิวน้ำจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อนำมาคำนวณความจุอ่างเก็บน้ำ

การศึกษานี้เลือกใช้ดัชนีน้ำ NDWI, MNDWI และ WRI โดยทำการเปรียบเทียบหาค่าดัชนีน้ำที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์พื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM โดยเลือกช่วงที่อ่างเก็บน้ำมีระดับน้ำแตกต่างกัน 8 ช่วงเวลา ในระหว่างปี 2008-2010 ร่วมกับข้อมูลระดับน้ำ ณ วันที่ถ่ายภาพ และสร้างกราฟเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างและความจุของอ่างเก็บน้ำและระดับน้ำที่วิเคราะห์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม กับข้อมูลสำรวจจริงครั้งล่าสุดเมื่อปี 2009 ของเขื่อนอุบลรัตน์ โดยพิจารณาจากดัชนีน้ำที่เหมาะสมที่สุดจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) และประมาณความจุปัจจุบันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ใช้ภาพ 8 ช่วงเวลา ระหว่างปี 2017-2020 รวมถึงคำนวณอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยต่อปีของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อเปรียบเทียบดัชนีน้ำที่เหมาะสม ในการประมาณความจุอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ได้แก่ ดัชนีน้ำ NDWI (Normalized Difference Water Index: NDWI), MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index: MNDWI) และ WRI (Water Ratio Index: WRI)
2. เพื่อหาความจุที่ลดลงของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ในระหว่างปี 2009-2020

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ปี 2008-2010 และ Landsat 8 OLI ปี 2017-2020 ขนาดจุดภาพ 30 เมตร
2. ดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI

3. ข้อมูลสำรวจอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ปี 2009
4. พื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์

1.4 แผนการดำเนินการศึกษา

ตาราง 1.1 แผนการศึกษา

หัวข้อ	ระยะเวลา	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
		62	62	62	62	62	63	63	63
กำหนดหัวข้อวิทยานิพนธ์		←→							
ศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง		←→	→						
จัดทำบทที่ 1 2 และ 3 และนำเสนอเค้าโครงวิทยานิพนธ์		←→	→						
วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลข้อมูล				←→	→				
ทดสอบวัตถุประสงค์								←→	
จัดทำบทที่ 4 5								←→	
จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์								←→	→

1.5 สถานที่ดำเนินการศึกษา

1. ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อมคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. เขื่อนอุบลรัตน์ ตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น พิกัดภูมิศาสตร์ 16°46'31.42"N และ 102°37'5.97"E

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เปรียบเทียบดัชนีน้ำที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาความจุอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ เพื่อนำมาคำนวณหาความจุที่ลดลงของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ในระหว่างปี 2009-2020 โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

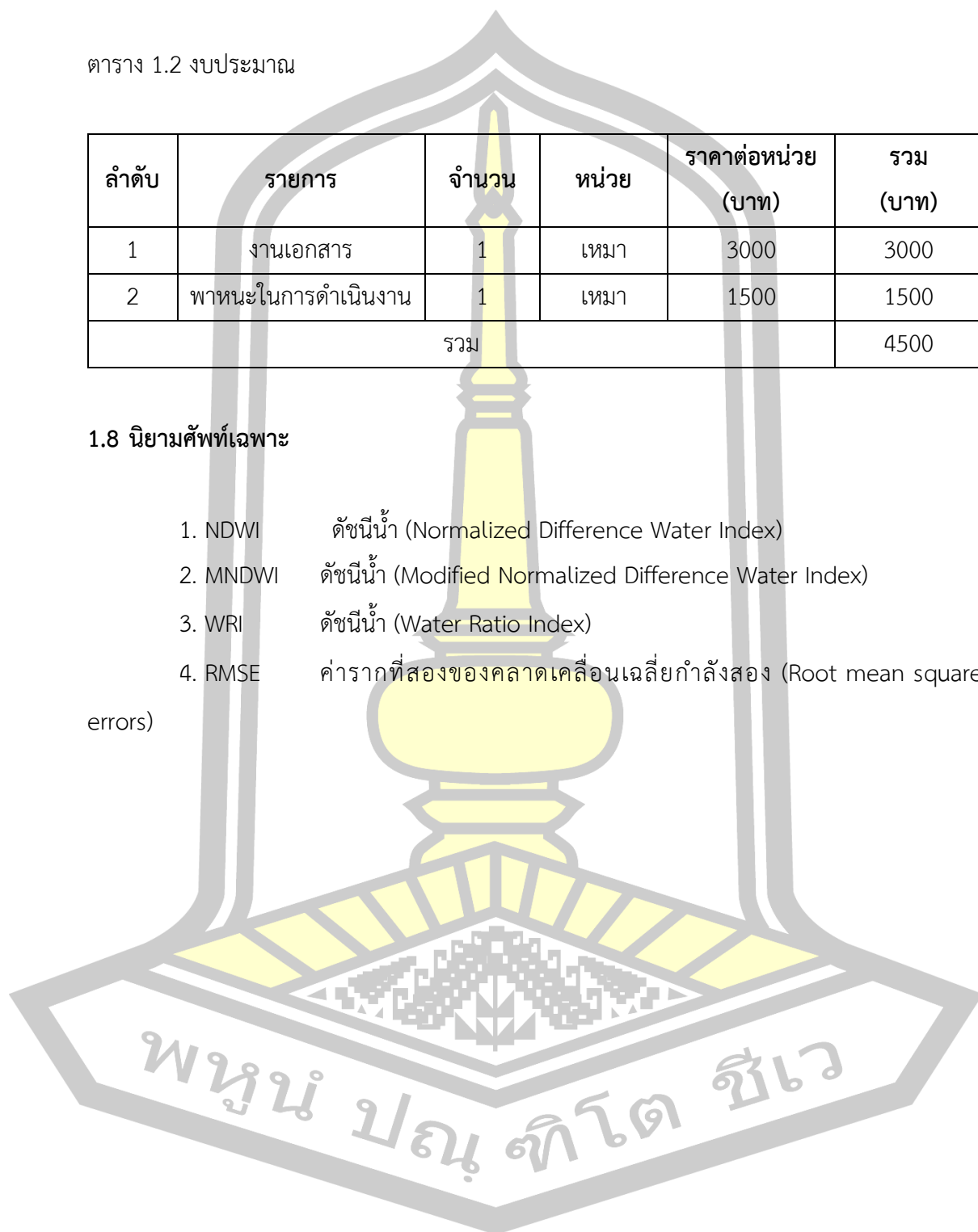
1.7 งบประมาณ

ตาราง 1.2 งบประมาณ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวม (บาท)
1	งานเอกสาร	1	เล่ม	3000	3000
2	พาหนะในการดำเนินงาน	1	เล่ม	1500	1500
รวม					4500

1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. NDWI ดัชนีน้ำ (Normalized Difference Water Index)
2. MNDWI ดัชนีน้ำ (Modified Normalized Difference Water Index)
3. WRI ดัชนีน้ำ (Water Ratio Index)
4. RMSE ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square errors)



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อ่างเก็บน้ำ และการคำนวณความจุ

อ่างเก็บน้ำถูกสร้างขึ้นเพื่อกักเก็บน้ำที่มีมากในฤดูฝนไว้ใช้ในฤดูแล้ง และกักเก็บชะลอน้ำหลากช่วงฝนที่ฝนตกหนัก โดยทั่วไปแล้วอ่างเก็บน้ำจะตั้งอยู่ท้ายสุดของกลุ่มน้ำขนาดใหญ่และรับน้ำไหลเข้าจากแม่น้ำสายหลัก

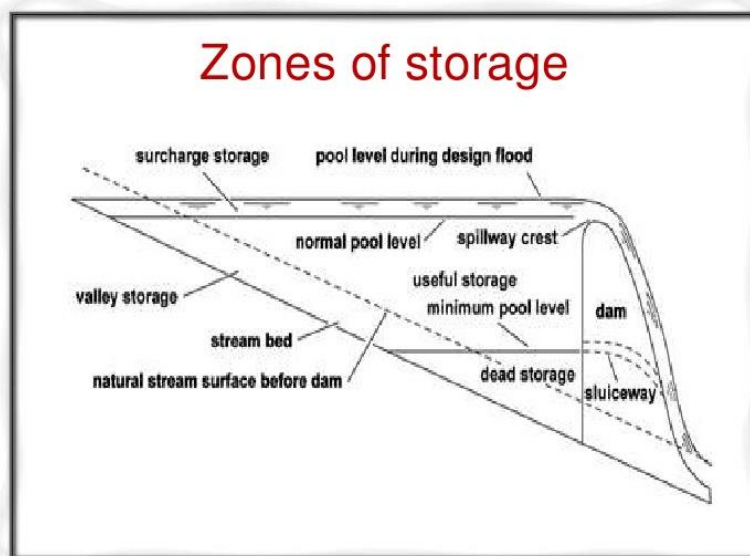
2.1.1 การแบ่งโซนเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ (Zones of storage in a reservoir)

1. ระดับเก็บกักปกติ (Normal pool level) คือ ระดับสูงสุดที่ผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำจะมีระดับสูงขึ้นไปถึงได้ในระหว่างที่มีการใช้งานอ่างเก็บน้ำ
2. ระดับเก็บกักต่ำสุด (Minimum pool level) ระดับน้ำต่ำสุดที่น้ำในอ่างจะลดลงเนื่องจากถูกนำไปใช้หรือระบายออกในสภาพการใช้น้ำปกติ ซึ่งระดับเก็บกักต่ำสุดจะกำหนดที่ระดับทางออก (Outlet) ของอาคารชลศาสตร์ตัวที่อยู่ต่ำสุด
3. ระดับน้ำสูงสุดในอ่างเก็บน้ำ คือระดับน้ำสูงสุดที่น้ำในอ่างเก็บน้ำจะสูงขึ้นในระหว่างเกิดน้ำหลากที่ออกแบบ (Design flood) บางครั้งเรียกว่า ระดับน้ำสูงสุด (Maximum water level)

2.1.2 โซนในอ่างเก็บน้ำ

1. ปริมาตรเก็บกักใช้การ (Useful storage) คือ ปริมาตรของน้ำในอ่างเก็บน้ำที่อยู่ระหว่างระดับเก็บกักปกติกับระดับเก็บกักต่ำสุด
2. ปริมาตรเก็บกักตักตะกอน (dead storage) คือ ปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำส่วนที่อยู่ต่ำกว่าระดับเก็บกักต่ำสุด ซึ่งไม่สามารถนำส่วนนี้มาใช้ในกิจกรรมการดำเนินงานของอ่างเก็บน้ำได้เลยปกติจะเป็นปริมาณที่เผื่อไว้สำหรับตักตะกอนในอ่างเก็บน้ำ
3. ปริมาตรเก็บกักชั่วคราว (Surcharge) คือ ปริมาตรในอ่างเก็บน้ำส่วนที่อยู่ระหว่างระดับเก็บกักปกติและระดับน้ำสูงสุด ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ควบคุมไม่ได้ จะเกิดขึ้นเฉพาะในเวลาที่เกิดน้ำหลาก (Flood) ในอ่างเก็บน้ำเท่านั้น และจะค้างอยู่ในอ่างเก็บน้ำเพียงชั่วคราว เพื่อชะลอน้ำท่วมและจะระบายออกจากอ่างเก็บน้ำต่อไป ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ไม่ได้นำมาใช้ภายหลัง
4. ปริมาตรเก็บกักริมตลิ่ง (Bank storage) คือ ปริมาตรน้ำส่วนที่ไหลซึมเข้าไปในบริเวณริมตลิ่งตามโพรงดิน หรือโพรงหินแตรรอบอ่างเก็บน้ำในขณะที่ระดับน้ำขึ้นสูง จะระบายกลับเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเมื่อระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลงซึ่งปริมาตรเก็บกักริมตลิ่งนี้จะไปเพิ่มความจุของน้ำในอ่างเก็บน้ำในส่วนที่นอกเหนือจากโค้งความจุของอ่างเก็บน้ำ โดยที่ปริมาตรเก็บกักริมตลิ่งนี้จะมีมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพธรณีวิทยา (Geologic condition) ของตลิ่งเป็นสำคัญ

5. ปริมาตรเก็บกักในร่องน้ำ (Valley storage) คือ ปริมาตรน้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในร่องน้ำธรรมชาติ (Natural stream) ซึ่งเมื่อมีการสร้างเขื่อนขวางทางน้ำ จะทำให้ปริมาตรเก็บกักเพิ่มขึ้น



ภาพประกอบ 2.1 การแบ่งโซนเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ

2.1.3 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ (Physical characteristics of reservoirs)

ลักษณะของอ่างเก็บน้ำที่อยู่ในธรรมชาติ จะต้องทำการสำรวจสภาพภูมิประเทศ (topographic surveys) แล้วสร้างแผนที่เส้นชั้นระดับความสูง (Contour map) จากนั้นก็ใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ (planimeter) หรือใช้กระดาษกราฟสี่เหลี่ยมบนแผนที่ แล้วจึงนับช่องเทียบมาตราส่วนสามารถหาขนาดพื้นที่ในช่วงความสูงแต่ละระดับได้

ซึ่งปริมาตรน้ำในแต่ละช่วงความสูง เขียนเป็นสมการปริมาตรได้ดังนี้

$$V = \frac{1}{3}(A_1 + \sqrt{A_1 A_2} + A_2) \Delta h$$

เมื่อ V = ปริมาตรน้ำในแต่ละช่วงความสูง

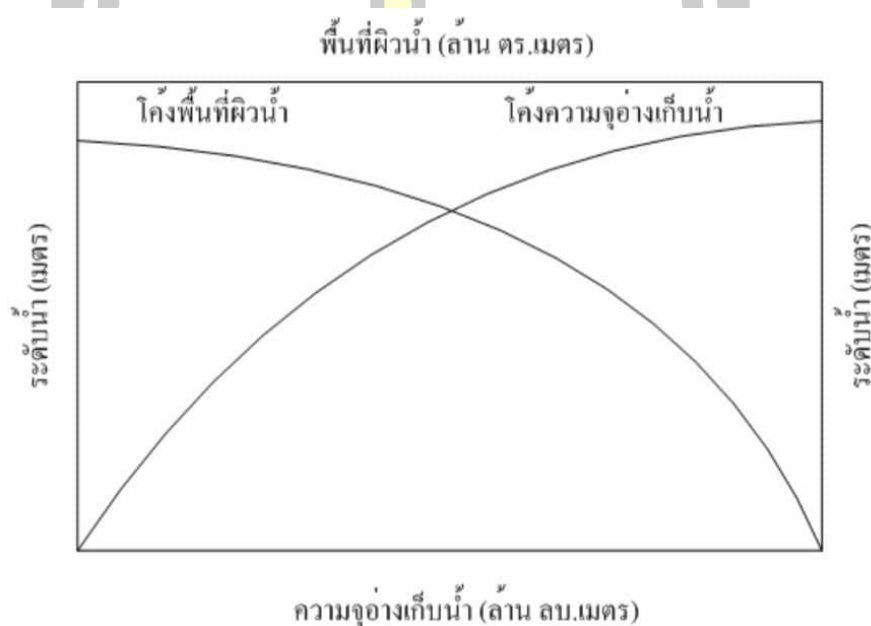
Δh = ค่าความต่างระดับของเส้นคอนทัวร์ (Contour Interval)

A_1 = พื้นที่ของเส้นคอนทัวร์เส้นที่ 1

A_2 = พื้นที่ของเส้นคอนทัวร์เส้นที่ 2

ระดับความสูงจะได้โค้งปริมาตรเก็บกัก-ระดับ (storage – elevation curve) โดยมีตัวอย่างของโค้งพื้นที่ - ระดับ และโค้งปริมาตรเก็บกัก-ระดับของอ่างเก็บน้ำ

เมื่อทราบพื้นที่ช่วงระดับความสูงของระดับน้ำ และปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ช่วง Δh สามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับระดับความสูง จะได้โค้งพื้นที่-ระดับ (area-elevation curve) และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักกับระดับความสูงจะได้โค้งปริมาตรเก็บกัก - ระดับ (storage-elevation curve) โดยมีตัวอย่างของโค้งพื้นที่ - ระดับ และโค้งปริมาตรเก็บกัก - ระดับของอ่างเก็บน้ำดังภาพประกอบ 2.2



ภาพประกอบ 2.2 โค้งความจุ-พื้นที่-ระดับ

2.2 คุณลักษณะของตะกอน แหล่งกำเนิด การพัดพาและการทับถม

2.2.1 ตะกอนแม่น้ำ (River Sediment)

ตะกอนในแม่น้ำคือวัสดุจำพวกดิน หินทรายที่มีการเคลื่อนที่ปะปนไปกับกระแสน้ำ การพัดพาตะกอน (Sediment Transport) อาจเป็นในลักษณะแขวนลอยไปกับน้ำ (Suspension) หรือ ตกตะกอนทับถมกันที่ท้องน้ำ (Deposition) ตะกอนเป็นปัญหาด้านวิศวกรรมแม่น้ำหลายประการ เช่น พัดพาและตกตะกอนในบริเวณท่าเรือ ทำให้เรือแล่นเข้าออกจากท่าไม่สะดวก การตกทับถมในอ่างเก็บน้ำ ทำให้ความจุของอ่างเก็บน้ำลดลง การพัดพาของตะกอนเข้าสู่เครื่องจักรกลใต้น้ำ เช่น

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า การกัดเซาะของตะกอนที่ฐานรากของโครงสร้างในน้ำทำให้โครงสร้างเอียงหรือทรุดได้ เป็นต้น [40]

การเกิดตะกอนและการตกตะกอนในลำน้ำ เป็นการรักษาสสมดุลของลำน้ำ การเปลี่ยนแปลง สมดุลของลำน้ำย่อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพของลำน้ำ เช่น การเปลี่ยนแปลง ระดับท้องน้ำ ความกว้างลำน้ำ รวมถึงทิศทางการไหลของน้ำ การศึกษากระบวนการพัดพาตะกอนใน แม่น้ำจึงมีความสำคัญอย่างมากในเชิงวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศของลุ่มน้ำ

1. การจำแนกตะกอน (Classification of Sediment) ตะกอนแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือตะกอนที่มีแรงยึดเหนี่ยว (Cohesive) เช่น โคลนเลน ดินเหนียว และตะกอนที่ไม่มีแรงยึดเหนี่ยว เช่น ทราย กรวด เป็นต้น การแบ่งขนาด ของตะกอนมีอยู่ 2 มาตรฐาน

ตะกอนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลัก ตามลักษณะการเคลื่อนตัวของ ตะกอนไปกับกระแสน้ำโดยสัมพันธ์กับขนาดของตะกอน ได้แก่

- ตะกอนท้องน้ำ (Bed Load) เป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่ มีการ เคลื่อนตัวสัมผัสไปกับท้องน้ำด้วยการกลิ้ง (Rolling) การเลื่อน (Sliding) ไปตามท้องน้ำ และการ กระโดด (Saltation) เคลื่อนที่เป็นช่วง ๆ เป็นระยะทางไม่ไกลเหนือท้องน้ำไม่สูงนัก ตะกอนชนิดนี้มี อิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของท้องน้ำและตลิ่ง

- ตะกอนแขวนลอย (Suspended Load) เป็นตะกอนขนาดเล็ก ที่แขวนลอยไปกับ น้ำ ด้วยแรงยกของการไหลแบบปั่นป่วน ตะกอนชนิดนี้จะคงสภาพแขวนลอยไปกับ น้ำด้วยระยะเวลาอันยาวนานและสามารถลอยไปได้ไกล โดยทั่วไปตะกอนแขวนลอยจะมีสัดส่วนมากที่สุดเมื่อ เทียบกับ ปริมาณตะกอนทั้งหมด

2.2.2 กระบวนการชะล้างพังทลายและการเกิดตะกอน

การชะล้างพังทลายของหน้าดิน คือกระบวนการที่เกิดจากแรงซึ่งเกิดจากน้ำลม หรือแรง โน้มถ่วงของโลก มากระทำให้วัสดุ (Material) หรือสารแตกแยกออกจากกัน (Detachment) แล้ว เคลื่อนย้ายอนุภาคของดินและวัสดุดังกล่าวไปตกตะกอนทับถมกันอีกที่หนึ่ง แรงดังกล่าวนี้ต้อง มากกว่าแรงจับตัวกันของเม็ดดินเอง จึงทำให้เม็ดดินแตกกระจายและเคลื่อนย้ายได้ [41] การชะล้าง พังทลายที่เกิดจากน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การชะล้างพังทลายแบบแผ่นผืน (Sheet Erosion) การชะล้างพังทลายแบบแผ่น ผืน คือการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจาก แรงปะทะของเม็ดฝน (Raindrop Splash) ทำให้ผิวดิน แตกกระจายและพัดพาไปเป็นแผ่นผืน (Sheet Flow) การเคลื่อนที่ของอนุภาคตะกอนและพลังของ เม็ดฝน ทำให้ผิวดินเกิดการอัด แน่น (Compact) และถูกปิดทับ ส่งผลให้อัตราการซึมผ่านของน้ำ (Infiltration) ลดลง และใน ขณะเดียวกันก็ทำให้ปริมาณการไหลบ่าเพิ่มขึ้น มีศักยภาพในการกัดเซาะ และพัดพาตะกอน [41] โดยปริมาณการชะล้างพังทลายแบบแผ่นผืนมีความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชันกับ

ความลาดชันของพื้นที่ (Surface Slope) ความสามารถในการกัดเซาะ (Erodibility) ความเข้มฝน (Precipitation Intensity) และขนาดของเม็ดฝน (Drop Size) [41]

2. การชะล้างพังทลายแบบร่องน้ำ (Channel Erosion) ในสภาพพื้นผิวหรือภูมิประเทศที่ไม่ราบเรียบ การไหลแบบแผ่นผืนจะถูก ยับยั้ง ทำให้เกิดการรวมตัวไหลเป็นร่องริ้ว (Rills) ร่องน้ำ (Channels) และลำน้ำ (Streams) โดยมี ขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการไหลบรรจบกันด้านท้ายน้ำ การชะล้างพังทลายแบบร่องน้ำเป็นการกัดเซาะวัสดุต่างๆ ตามตลิ่งและท้องน้ำ จนกระทั่งเกิดเป็นตะกอน โดยตะกอนจะถูกพัดพาไปตามการไหลของน้ำ จนกว่าพลังของน้ำจะไม่สามารถพัดพาไปได้

2.2.3 การพัดพาตะกอน (Sediment Transport)

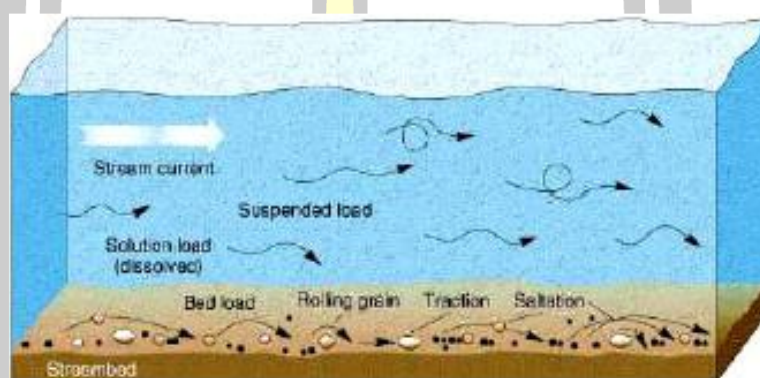
กระบวนการเคลื่อนตัวของตะกอนเริ่มจากต้นน้ำบนพื้นที่สูงไปสู่ท้ายน้ำบนพื้นที่ต่ำ ความแตกต่างของระดับพื้นนี้ทำให้เกิดพลังงานในการเคลื่อนตัวของตะกอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนของการกัดกร่อนและตกตะกอนเป็นระยะ ๆ ตะกอนที่ตกอาจถูกกระแสน้ำพัดให้ลอยกลับขึ้นมาและเคลื่อนตัวไปพร้อมกับกระแสน้ำอีกก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสน้ำ ซึ่งแสดงว่าตะกอนไม่ได้เคลื่อนที่จากต้นน้ำไปยังท้ายน้ำหรือทะเลโดยตรง แต่ผ่านกระบวนการการกัดกร่อนและตกตะกอนเป็นระยะ ๆ

เมื่อพิจารณาถึงระยะทางที่ตะกอนแต่ละขนาดเดินทาง พบว่าสำหรับตะกอนอนุภาคเล็กเช่น ทรายแป้ง (Silt) และดินเหนียว (Clay) อาจถูกพัดพาไปไกลถึงทะเล ในขณะที่ตะกอนขนาดใหญ่ จะไปได้ไม่ไกลมากนักจากแหล่งกำเนิด ทั้งนี้เนื่องจากความเร็วของกระแสน้ำที่ลดลง เนื่องจากลักษณะของแม่น้ำที่มีความกว้างเพิ่มมากขึ้น และความลาดชันที่ลดลงไปตามทิศทางการไหล ดังนั้นที่บริเวณปากแม่น้ำ จึงมักมีความกว้างมาก พื้นที่มีลักษณะแบนราบ และมีแต่ตะกอนประเภทโคลนเลน และดินเหนียวปรากฏอยู่เท่านั้น โดยมีสภาพเป็นดินดอนสามเหลี่ยมหรือสันดอนปากแม่น้ำ (Delta) ส่งผลให้เกิดปัญหาท้องน้ำตื้นเขินและน้ำท่วมล้นตลิ่งได้ง่าย

เนื่องจากการไหลผ่านผิวขอบเขตที่ร่วนและขยับตัวได้อย่างเช่น ตลิ่งและท้องน้ำ ทำให้คำนวณการไหลในแม่น้ำมีความซับซ้อนขึ้น จากความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของน้ำและการเคลื่อนที่ของตะกอน ส่งผลให้ผิวขอบเขตการไหลซึ่งก็คือตลิ่งและท้องน้ำเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางและเวลา อาจกล่าวได้ว่ากระแสน้ำทำให้รูปร่างของแม่น้ำไม่มีเสถียรภาพ

เมื่อแรงกระทำจากการไหลของน้ำที่มากพอ (Shear Stress) ตะกอนจะเริ่มเคลื่อนที่ โดยตะกอนท้องน้ำเป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่ มีการเคลื่อนตัวสัมผัสไปกับท้องน้ำด้วยการกลิ้ง (Rolling) การเลื่อน (Sliding or Traction) ไปตามท้องน้ำ การกระโดด (Jump) หรือการกระดอนเป็นช่วง ๆ (Saltation) เป็นระยะทางไม่ไกลเหนือท้องน้ำไม่สูงนักดังภาพประกอบ 2.3

ตะกอนที่ท้องน้ำมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของท้องน้ำและตลิ่ง อย่างไรก็ตาม การตรวจวัดข้อมูลในสนามกระทำได้ยากมากและมีความผิดพลาดสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูน้ำหลากที่กระแสน้ำมีความแรง มีการเคลื่อนที่ของตะกอนที่ท้องน้ำมาก เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของการเคลื่อนที่ของตะกอนรวมถึงขนาดของตะกอนที่คละตัวกันอย่างมา และ การไหลของน้ำที่ไม่คงที่สม่ำเสมอ แต่ถ้าทำการเก็บวัดข้อมูลในห้องปฏิบัติการจะมีความง่ายกว่าอย่างมาก ทั้งนี้สูตรการเคลื่อนที่ของตะกอนทั้งหมดที่มีอยู่ในปัจจุบัน ล้วนแล้วแต่พัฒนามาจากผลที่พบจากห้องปฏิบัติการทั้งสิ้น [40]



ภาพประกอบ 2.3 การเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ

2.2.4 การทับถมของตะกอน

การทับถมของตะกอน จะขึ้นอยู่กับแม่น้ำ ลำธารของแต่ละสายซึ่งจะมีความสามารถในการพัดพาอนุภาคที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทับถมของตะกอนจึงมีความแตกต่างกันออกไปด้วย ตะกอนจะเกิดการทับถมกันมากที่สุด คือที่ระดับฐานของแม่น้ำ (base level of river)

นอกจากนี้แล้วระหว่างทางที่แม่น้ำไหลผ่านก็จะเกิดการทับถมของตะกอนมาตลอดทาง ในช่วงสภาพน้ำนิ่งหรืออัตราการไหลบริเวณนั้นค่อนข้างต่ำ การตกตะกอนนั้นจะแยกขนาดโดยอนุภาคที่มีน้ำหนักมาก หรือมีความถ่วงจำเพาะที่มากก็จะตกตะกอนก่อน ส่วนอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า หรือมีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าก็จะตกตะกอนทีหลัง ลักษณะการตกตะกอนแบบนี้จะทำให้เกิดการแยกขนาดเรียกว่า การจัดขนาดตามแนวตั้ง (vertical sorting) สาเหตุการทับถมของตกตะกอนก็จะมาจาก

1. ความเร็วกระแสน้ำลดลง อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความลาดชัน หรือการคดเคี้ยวของลำน้ำ
2. มีสิ่งกีดขวางบริเวณลำน้ำ หรือท้องน้ำ

3. น้ำท่วมฝั่ง ทำให้เกิดการพัดพาตะกอนที่อยู่บนฝั่งมาสะสมในลำน้ำ
4. ปริมาณน้ำที่ลดน้อยลงทำให้อัตราการไหลของลำน้ำน้อย
5. การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ

2.3 การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing)

เทคโนโลยีการสำรวจทรัพยากรจากภาพถ่ายดาวเทียม หรือการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลในประเทศไทยได้เริ่มต้นขึ้น ตั้งแต่ ปีพ.ศ.2514 โดยมีการแต่งตั้งคณะกรรมการแห่งชาติเพื่อประสานงานกับกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ซึ่งมีผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานต่าง ๆ รวมทั้งได้อนุมัติให้เข้าร่วมโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ(NASA) ในการใช้ประโยชน์จากข้อมูลดาวเทียมเพื่อสำรวจทรัพยากรต่าง ๆ ภายในประเทศ ดาวเทียมดวงแรก ได้แก่ LANDSAT-1 โดยตั้งเป็นโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ภายใต้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ต่อมาได้มีการยกระดับขึ้นเป็นกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2522 โดยมีหน่วยงานต่าง ๆ ได้นำเอาข้อมูลดาวเทียมไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ดังนั้นคณะรัฐมนตรีจึงได้อนุมัติให้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จัดตั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ขึ้นมาในปี พ.ศ. 2523 มีหน้าที่ในการรับและผลิตข้อมูลดาวเทียม ซึ่งเป็นสถานีรับสัญญาณแห่งแรกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในปัจจุบันได้โอนไปอยู่ในหน่วยงาน "สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ตั้งขึ้น เมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ.2543

ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมถูกนำไปใช้ในงานสำรวจและติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น พื้นที่ป่าไม้ การเกษตร ธรณีวิทยา อุทกวิทยา และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

2.3.1 ความหมายและกระบวนการ Remote Sensing

Remote Sensing หมายถึง การรับสัญญาณภาพ หรือสัญญาณข้อมูลตัวเลขที่เกิดขึ้นจากวัตถุหรือพื้นที่โดยที่ไม่ได้สัมผัสกับวัตถุหรือพื้นที่นั้น สายงานที่เกี่ยวข้องกับ Remote Sensing มากและเป็นที่น่าสนใจเป็นอย่างดี คือ รูปถ่ายทางอากาศและภาพจากข้อมูลดาวเทียม ซึ่งบางครั้งที่ใช้ในการสื่อความหมายของ Remote Sensing คือ ข้อมูลระยะทางไกล ข้อมูลจากดาวเทียมหรือโทรสัมผัส

2.3.2 ระบบการทำงาน Remote Sensing

แบ่งตามแหล่งกำเนิดพลังงานที่ก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มี 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. Passive remote sensing เป็นระบบที่ใช้กันกว้างขวางตั้งแต่เริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน โดยมีแหล่ง พลังงานที่เกิดตามธรรมชาติ คือ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ระบบนี้จะ

รับและบันทึกข้อมูลได้ ส่วนใหญ่ในเวลากลางวัน และมีข้อจำกัดด้านภาวะอากาศ ไม่สามารถรับข้อมูลได้ในฤดูฝน หรือเมื่อมีเมฆ หมอก ฝน

2. Active remote sensing เป็นระบบที่แหล่งพลังงานเกิดจากการสร้างขึ้นในตัว ของเครื่องมือสำรวจ เช่น ช่วงคลื่นไมโครเวฟที่สร้างในระบบเรดาร์ แล้วส่งพลังงานนั้นไปยังพื้นที่ เป้าหมาย ระบบนี้ สามารถทำการรับและบันทึกข้อมูล ได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา หรือ ด้านสภาวะ ภูมิอากาศ คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ทั้งกลางวันและกลางคืน อีกทั้งยังสามารถทะลุผ่านกลุ่มเมฆ หมอก ฝนได้ในทุกฤดูกาล ในช่วงแรกระบบ passive remote sensing ได้รับการพัฒนามาก่อน และ ยังคงใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ส่วนระบบ active remote sensing มีการพัฒนาจากวงการ ทหาร แล้วจึงเผยแพร่เทคโนโลยีนี้ต่อกิจการพลเรือนในช่วงหลังการสำรวจในด้านนี้ได้รับความสนใจ มากขึ้นโดยเฉพาะกับประเทศในเขตร้อนที่มีปัญหาเมฆ หมอก ปกคลุมอยู่เป็นประจำ

2.3.3 หลักการของ Remote Sensing

หลักการของ Remote Sensing ประกอบด้วยกระบวนการ 2 กระบวนการ ดังต่อไปนี้ คือ

1. การได้รับข้อมูล (Data Acquisition) เริ่มตั้งแต่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจาก แหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น ดวงอาทิตย์ เคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศ, เกิดปฏิสัมพันธ์กับวัตถุบน พื้นผิวโลก และเดินทางเข้าสู่เครื่องวัด/อุปกรณ์บันทึกที่ติดอยู่กับยานสำรวจ (Platform) ซึ่งโคจรผ่าน ข้อมูลวัตถุหรือปรากฏการณ์บนพื้นผิวโลกที่ถูกบันทึกถูกแปลงเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ส่งลงสู่ สถานีรับภาคพื้นดิน (Receiving Station) และผลิตออกมาเป็นข้อมูลในรูปแบบของข้อมูลเชิงอนุมาณ (Analog Data) และข้อมูลเชิงตัวเลข(Digital Data) เพื่อนำไปนำวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) วิธีการวิเคราะห์มีอยู่ 2 วิธี คือ

- การวิเคราะห์ด้วยสายตา (Visual Analysis) ที่ให้ผลข้อมูลออกมาในเชิง คุณภาพ (Qualitative) ไม่สามารถ วัดออกมาเป็นค่าตัวเลขได้แน่นอน
- การวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Digital Analysis) ที่ให้ผลข้อมูลในเชิงปริมาณ (Quantitative) ที่สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ออกมาเป็นค่าตัวเลขได้

2.4 ดาวเทียม Landsat

Landsat เป็นชื่อของชุดดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่ขึ้นสู่วงโคจร และทำการ บันทึกข้อมูลพื้นผิวโลกมาเกือบ 3 ทศวรรษ (ดาวเทียมดวงแรกของโครงการถูกส่งขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 1972 และต่อมาดาวเทียมถูกเรียกว่า Landsat ในปี 1975) โดยในระยะแรกโครงการ อยู่ภายใต้การจัดการขององค์การ NOAA ของสหรัฐ แล้วถ่ายมาให้อยู่ภายใต้การจัดการของ Earth

Observing Satellite Company (EOSAT) ในปี 1984 และต่อมารัฐบาลสหรัฐได้กำหนดให้เป็นพันธกิจของรัฐบาลในการที่จะมีการสำรวจทรัพยากรด้วยดาวเทียมอย่างต่อเนื่อง และได้กำหนดพันธกิจนี้ไว้ในกฎหมายชื่อ The 1992 Land Remote Sensing Policy Act และให้การจัดการดาวเทียม Landsat กลับมาอยู่ภายใต้ USGS และ NASA ในโครงการ U.S. Global Change Research Program (ถ่ายโอนคืนจากการจัดการในเชิงพาณิชย์ มาอยู่ภายใต้การจัดการของหน่วยงานของรัฐบาลกลาง)

ปัจจุบันดาวเทียม Landsat ที่ทำงานอยู่คือ Landsat 5 และ Landsat 7 (เกิดข้อผิดพลาดกับ Landsat 6 โดยศูนย์ควบคุมไม่สามารถติดต่อกับดาวเทียมได้ในระหว่างการปรับดาวเทียมเข้าสู่วงโคจร ได้มีการหาสาเหตุของปัญหา และกำหนดมาตรการป้องกัน จากนั้นได้เร่งดำเนินการสร้าง และส่ง Landsat 7 ขึ้นสู่วงโคจรในเดือนเมษายน 1999)

ภารกิจของ Landsat คือการสำรวจข้อมูล และเผยแพร่เพื่อการใช้ประโยชน์ของพลเรือน โดยได้มีการพัฒนาอุปกรณ์สำรวจบนดาวเทียมอย่างต่อเนื่อง ในช่วงแรกของโครงการ ดาวเทียม Landsat 1, 2 และ 3 ติดตั้งเครื่องมือสำรวจที่เรียกว่า MSS (Multi-Spectral Scanner) ดาวเทียมรุ่นต่อมา (Landsat 4 และ 5) ติดตั้งเครื่องมือสำรวจที่เรียกว่า TM (Thematic Mapper) และดาวเทียม Landsat 7 ติดตั้งอุปกรณ์ที่เรียกว่า ETM (Enhanced Thematic Mapper)

ตาราง 2.1 คุณลักษณะของดาวเทียมและอุปกรณ์บนดาวเทียม

ดาวเทียม	Landsat 1-3	Landsat 4-5	Landsat 7
วงโคจรแบบ	near-polar sun -synchronized		
ความสูงของวงโคจร (กิโลเมตร)	917	705	705
มุมเอียงของวงโคจร (องศาจากระนาบศูนย์สูตร)	-	98	98
เวลาที่ตัดแกนศูนย์สูตรจากเหนือลงใต้			10.00 น.
คาบของการกลับมาสำรวจซ้ำ ณ ตำแหน่งเดิม (วัน)	18	16	16
ความกว้างของแถบสำรวจ (กิโลเมตร)			183

ตาราง 2.2 อุปกรณ์สำรวจที่สำคัญ

ชื่อเครื่องมือ	ลักษณะ
MSS	multispectral scanning radiometer 4 ช่วงคลื่น
	2 ช่วงคลื่นในย่าน visible light (ขนาดจุดภาพ หรือ pixel size = 80 เมตร)
	2 ช่วงคลื่นในย่าน near IR และ short-wave IR (ขนาดจุดภาพ หรือ pixel size = 80 เมตร)
	ความกว้างของแถบสำรวจเท่ากับ 183 กิโลเมตร
	แต่ละภาพ (กว้าง 183 กม. ยาว 170 กม.) มีขนาดข้อมูล gigabits
TM	multispectral scanning radiometer 7 ช่วงคลื่น
	3 ช่วงคลื่นในย่าน visible light (ขนาดจุดภาพ หรือ pixel size = 30 เมตร)
	3 ช่วงคลื่นในย่าน near IR และ short-wave IR (ขนาดจุดภาพ หรือ pixel size = 30 เมตร)
	1 ช่วงคลื่นในย่าน thermal IR (ขนาดจุดภาพ หรือ pixel size = 60 เมตร)
	ความกว้างของแถบสำรวจเท่ากับ 183 กิโลเมตร
	แต่ละภาพ (กว้าง 183 กม. ยาว 170 กม.) มีขนาดข้อมูล gigabits
ETM+	multispectral scanning radiometer 8 ช่วงคลื่น
	3 ช่วงคลื่นในย่าน visible light (ขนาดจุดภาพ หรือ pixel size = 30 เมตร)
	3 ช่วงคลื่นในย่าน near IR และ short-wave IR (ขนาดจุดภาพ หรือ pixel size = 30 เมตร)
	1 ช่วงคลื่นในย่าน thermal IR (ขนาดจุดภาพ หรือ pixel size = 60 เมตร)
	1 ช่วงคลื่นในย่าน visible (panchromatic) (ขนาดจุดภาพ หรือ pixel size = 15 เมตร)
	ความกว้างของแถบสำรวจเท่ากับ 183 กิโลเมตร
	แต่ละภาพ (กว้าง 183 กม. ยาว 170 กม.) มีขนาดข้อมูล 3.8 gigabits

ตาราง 2.3 ระบบ Thematic Mapper (TM) ความยาวช่วงคลื่นและรายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร ของดาวเทียม Landsat 5

แบนด์ 1 : 0.45 - 0.52 (น้ำเงิน)	ตรวจสอบลักษณะน้ำชายฝั่ง, แยกพืช และสภาพความเขียว
แบนด์ 2 : 0.52 - 0.60 (เขียว)	แยกชนิดพืช
แบนด์ 3 : 0.60 - 0.69 (แดง)	ความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชพรรณต่าง ๆ
แบนด์ 4 : 0.77 - 0.90 (อินฟราเรดใกล้)	ความแตกต่างของน้ำและส่วนที่ไม่ใช่น้ำ, ปริมาณ มวลชีวะ (ใกล้)
แบนด์ 5 : 1.55 - 1.75 (อินฟราเรดคลื่นสั้น)	พืช, ความชื้นในดิน, แยกความแตกต่างเมฆและหิมะ
แบนด์ 6 : 10.40 - 12.50 (อินฟราเรดความร้อน)	ความร้อนผิวน้ำ, ความชื้นของดิน, ความเครียดของพืช
แบนด์ 7 : 2.08 - 2.35 (อินฟราเรดสะท้อน)	แยกชนิดหิน

ตาราง 2.4 ความยาวช่วงคลื่นและรายละเอียดจุดภาพของดาวเทียม Landsat 8

ประเภทช่วงคลื่น	ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8	
	ขนาดช่วงคลื่น (μm)	รายละเอียดจุดภาพ (เมตร)
1. Coastal Aerosol	0.43 - 0.45	30
2. ช่วงสายตามองเห็นสีน้ำเงิน (Blue)	0.45 - 0.51	30
3. ช่วงสายตามองเห็นสีเขียว (Green)	0.53 - 0.59	30
4. ช่วงสายตามองเห็นสีแดง (Red)	0.64 - 0.67	30
5. อินฟราเรดใกล้ (Near Infrared NIR)	0.85 - 0.88	30
6. อินฟราเรดคลื่นสั้น 1 (SWIR 1)	1.57 - 1.65	30
7. อินฟราเรดคลื่นสั้น 2 (SWIR 2)	2.11 - 2.35	30
8. ระบบขาว - ดำ (Panchromatic)	0.50 - 0.68	15
9. เมฆชั้นสูง (Cirrus)	1.36 - 1.38	30

ตาราง 2.4 ความยาวช่วงคลื่นและรายละเอียดจุดภาพของดาวเทียม Landsat 8 (ต่อ)

ประเภทช่วงคลื่น	ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8	
	ขนาดช่วงคลื่น (μm)	รายละเอียด จุดภาพ (เมตร)
10. อินฟราเรดความร้อน 1 (Thermal Infrared - TIRS 1)	10.60 – 11.19	100
11. อินฟราเรดความร้อน 2 (Thermal Infrared - TIRS 2)	11.50 – 12.51	100

2.5 ดัชนีผลต่าง

ดัชนีผลต่างมีหลายประเภท โดยมีวัตถุประสงค์ในการทำงานที่แตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้พิจารณาเฉพาะดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์แหล่งน้ำหรือความชื้นเท่านั้น

ดัชนี ผลต่างความชื้นแบบ NDWI (Normalized Difference Water Index: NDWI) เป็นดัชนีที่ใช้ในการ ตรวจสอบระดับความชื้นในดินซึ่งสามารถใช้ในการจำแนกหรือแสดงถึงพื้นที่น้ำได้ ถูกนำมาใช้ อย่างกว้างขวางในด้านการเกษตรการป่าไม้และอุทกวิทยา การคำนวณค่าดัชนีกระทำโดยอาศัย ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-TM ในช่วงแบนด์อินฟราเรดใกล้และอินฟราเรดกลาง [42]

ดัชนีผลต่างความชื้นแบบ MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index: MNDWI) เป็นดัชนีที่ใช้ในการตรวจสอบระดับความชื้นในดินซึ่งสามารถใช้ในการจำแนก หรือแสดงถึงพื้นที่ที่เป็นน้ำได้เช่นเดียวกับ NDWI แต่ใช้ข้อมูลจากแบนด์ของภาพถ่าย ดาวเทียมที่แตกต่างกัน โดยในการคำนวณค่าดัชนีกระทำโดยอาศัยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-TM ในช่วงแบนด์สีเขียวและอินฟราเรดกลาง [37]

ดัชนีอัตราส่วนน้ำ WRI (Water Ratio Index: WRI) เป็นดัชนีจำแนกชนิดพืชและการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชพรรณและแยกส่วนที่เป็นน้ำและส่วนที่ไม่ใช่ น้ำ แยกมวลชีวะ [38]

นอกจากดัชนีทั้งสามประเภทนี้ ยังมีดัชนีอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ตรวจสอบระดับความชื้นของดิน เพื่อตรวจสอบบริเวณ พื้นที่แหล่งน้ำ

ตาราง 2.5 สมการดัชนีผลต่างประเภทต่าง ๆ

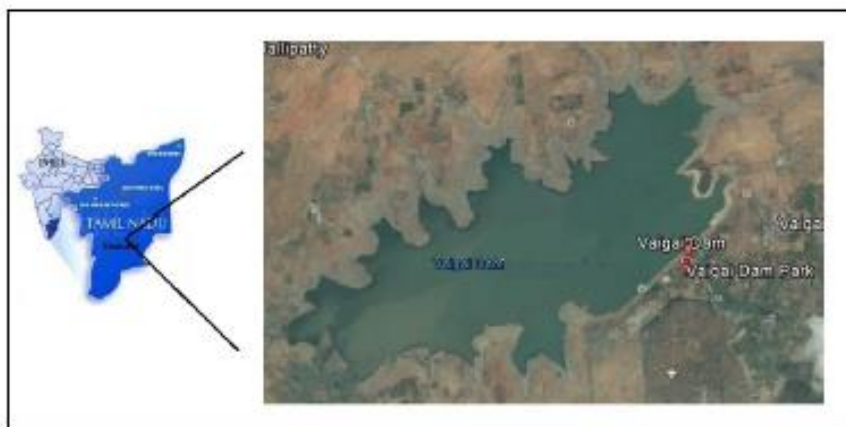
ดัชนี	สมการ
NDWI	$NDWI = (NIR-MIR)/(NIR+MIR)$
NDWI2	$NDWI2 = (Green-NIR)/(Green+NIR)$
MNDWI	$MNDWI = (Green-MIR)/(Green+MIR)$
NDVI	$NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED)$
NDPI	$NDPI = (MIR-Green)/(MIR+Green)$
NDTI	$NDTI = (Red-Green)/(Red+Green)$
WRI	$WRI = (Green+Red)/(NIR+SWIR2)$

โดยที่ MIR คือ แบนด์อินฟราเรดกลาง NIR คือ แบนด์อินฟราเรดใกล้ Green คือ แบนด์สีเขียว และ RED คือ แบนด์สีแดง SWIR คือ แบนด์อินฟราเรดคลื่นสั้น SWIR2 คือแบนด์อินฟราเรดกลางโดยค่าที่คำนวณได้อยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เท่านั้น โดยค่าที่เป็นบวกและเข้าใกล้ 1 มากกว่า แสดงว่ามีความชุ่มชื้นปรากฏอยู่มากกว่า นั้นหมายถึงมีความน่าจะเป็นที่จะเป็นแหล่งน้ำมากกว่า บริเวณอื่น ๆ ส่วนค่าที่ใกล้ศูนย์หรือค่าที่ติดลบแสดงว่ามีความชื้น ปรากฏอยู่น้อยหรือไม่มีเลย จึงไม่ใช่แหล่งน้ำ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Merina, NR และคณะ [43] ศึกษาการตกตะกอนของอ่างเก็บน้ำเป็นปัญหาร้ายแรงที่เชื่อมต่อต้องเผชิญเนื่องจากการพังทลายของดินปริมาณมากในอ่างเก็บน้ำ การศึกษาปัจจุบันอธิบายถึงการประเมินการตกตะกอนของอ่างเก็บน้ำ Vaigai ที่ตั้งอยู่ในรัฐทมิฬนาฑูประเทศอินเดีย ซึ่งการสำรวจความจุอ่างเก็บน้ำอันเนื่องมาจากการตกตะกอนมีค่าใช้จ่ายสูงมากจึงไม่สามารถสำรวจการตกตะกอนของดินในอ่างเก็บน้ำได้ แต่แอปพลิเคชันล่าสุดของการสำรวจระยะไกลและเทคโนโลยี GIS ในสาขาวิศวกรรมโยธาทำให้เป็นไปได้ วิธีการรับรู้ระยะไกลจากดาวเทียม (SRS) สำหรับการคาดการณ์การตกตะกอนของอ่างเก็บน้ำโดยจะใช้ระดับน้ำอ้างอิงในวันที่ดาวเทียมถ่ายภาพ และเลือกภาพถ่ายที่มีระดับน้ำสูงต่ำแตกต่างกัน แล้วคำนวณความจุที่ลดลงของอ่างเก็บน้ำอันเนื่องมาจากการตกตะกอน รายงานเล่มนี้แสดงให้เห็นถึงการประมาณการตกตะกอนที่อ่างเก็บน้ำ Vaigai โดยใช้การสำรวจระยะไกลและ ArcGIS

เขื่อน Vaigai ถูกสร้างขึ้นข้ามแม่น้ำ Vaigai ในลุ่มน้ำ Periyar Vaigai ใกล้กับ Andipatti ในย่าน Theni ของรัฐทมิฬนาฑูทางตอนใต้ของอินเดียแสดงดังในภาพประกอบ 2.4



ภาพประกอบ 2.4 แผนที่ตั้งของ Vaigai Reservoir

ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดเหนือของ 9030 ถึง 10010 และ 77010 'และ 770 40' ลองจิจูด ตะวันออก โครงการอ่างเก็บน้ำ Vaigai เริ่มต้นในวันที่ 10 มกราคม 1955 และแล้วเสร็จในเดือน กันยายน 1958 เป็นอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ เพื่อการชลประทานไปยังเขต Madurai และเขต Theni ส่วน Madurai และ Andipatti ใช้อุปโภคบริโภค รวมถึงการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำได้ สะดวกถึง 6 MW พื้นที่ส่วนกลางอยู่ในระดับต่ำและประกอบด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำที่อุดมสมบูรณ์ พื้นที่เก็บกักของอ่างเก็บน้ำคือ 2255.127sq.km และ FRL ของอ่างเก็บน้ำคือ 279.197 เมตร ความจุของอ่างเก็บน้ำที่ระดับน้ำสูงสุดคือ 194.785 ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายนอากาศร้อนจัด อ่างเก็บน้ำได้รับปริมาณน้ำฝนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ ปริมาณน้ำฝนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากอยู่ในพื้นที่เงาฝน ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปี เปลี่ยนแปลงจาก 1,017.5 มิลลิเมตร เป็น 1586.9 มิลลิเมตร โดยทั่วไปดินจะมีดินร่วนปนทรายเป็นสีแดง พื้นที่นี้สร้างขึ้นด้วยหิน Archean ซึ่งประกอบด้วย gneiss, mica, quartzite, granites และ vets ของ pegmatites และ quartz veins

จากการสำรวจระยะไกลดาวเทียมที่เกี่ยวข้องกับอ่างเก็บน้ำ สรุปว่าความจุเดิมของอ่างเก็บน้ำ Vaigai ในปี 1958 คือ 194.785Mm³. และผลสำรวจล่าสุดของปี 2000 พบว่าความจุลดลงเหลือ 166.533Mm³ หรือ 14.50% มีการตกตะกอนต่อปี 32.164 Mm³ ตั้งแต่เริ่มก่อสร้างจนถึงปี 2012 ซึ่งอ่างเก็บน้ำ Vaigai ได้สูญเสียความจุอ่าง 32.164 ล้านลูกบาศก์เมตร

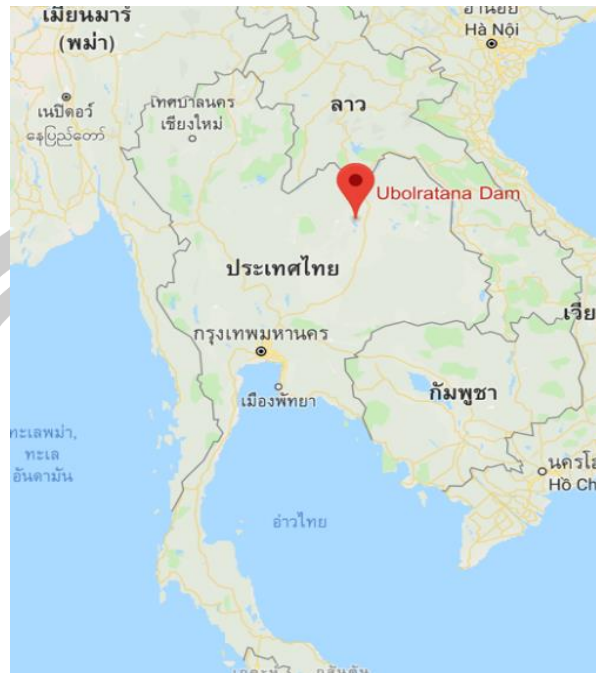
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 พื้นที่การศึกษา

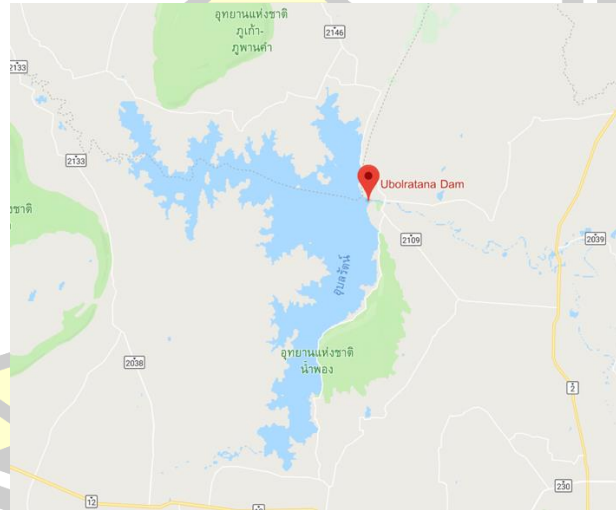
พื้นที่ศึกษาอยู่ที่เขื่อนอุบลรัตน์ ตั้งอยู่ตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น อยู่ที่พิกัด $16^{\circ}46'31.42''N$ $102^{\circ}37'5.97''E$ โดยเริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2507 แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2509 ในปี พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2523 ได้เกิดอุทกภัยขนาดใหญ่มาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จึงได้จัดทำโครงการปรับปรุงเขื่อนอุบลรัตน์ เพื่อให้สามารถเผชิญกับอุทกภัยขนาดเช่นที่เคยเกิดขึ้น หรือขนาดใหญ่กว่าที่เคยเกิดขึ้นได้ งานก่อสร้างปรับปรุงเขื่อนอุบลรัตน์ได้เริ่มขึ้นเมื่อปลายปี พ.ศ. 2527 และแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2530

เขื่อนอุบลรัตน์เป็นเขื่อนอนอกประสงค์แห่งที่สองของประเทศไทยซึ่งสร้างขึ้นถัดจากเขื่อนภูมิพลเป็นเขื่อนผลิตไฟฟ้าพลังน้ำแห่งแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นเขื่อนอนอกประสงค์แห่งที่สองของประเทศไทยต่อจากเขื่อนภูมิพล วัตถุประสงค์ของการสร้างเขื่อนนี้เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า การชลประทาน การบรรเทาอุทกภัยและการประมง สร้างปิดกั้นแม่น้ำพอง ตรงบริเวณที่เรียกว่า พองหนีบ ตำบลโคกสูง อำเภอน้ำพอง (ปัจจุบันเป็นอำเภออุบลรัตน์) จังหวัดขอนแก่น อยู่ห่างจากตัวจังหวัดขอนแก่น ประมาณ 50 กิโลเมตร ลักษณะตัวเขื่อน มีความสูงตัวเขื่อน 36.10 ม. (จากท้องน้ำเดิม) ความยาวสันเขื่อน 885 ม. (รวมทางระบายน้ำล้น 100 ม.) ความกว้างสันเขื่อน 6 ม. ระดับสันเขื่อน +188.10 ม. (ระดับน้ำทะเลปานกลาง) ความกว้างฐานเขื่อน 125 ม. ความลาดชันด้านเหนือน้ำ 1:3 และ 1:1.5 ความลาดชันด้านท้ายน้ำ 1:3 และ 1:1.5 ปริมาตรของตัวเขื่อน 694,000 ลบ.ม.

พหุ อนุ ทั โท ชี เว



ภาพประกอบ 3.1 แสดงจุดเก็บข้อมูล



ภาพประกอบ 3.2 ขยายพื้นที่เก็บข้อมูล

3.2 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. ภาพถ่ายทางดาวเทียมจาก USGS (กรมสำรวจธรณีวิทยาสหรัฐอเมริกา)
2. ดาวเทียม Landsat 5, Landsat 8 (ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร)

3. คอมพิวเตอร์ สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. โปรแกรม Qgis 2.18.15
5. โปรแกรม Microsoft Excell

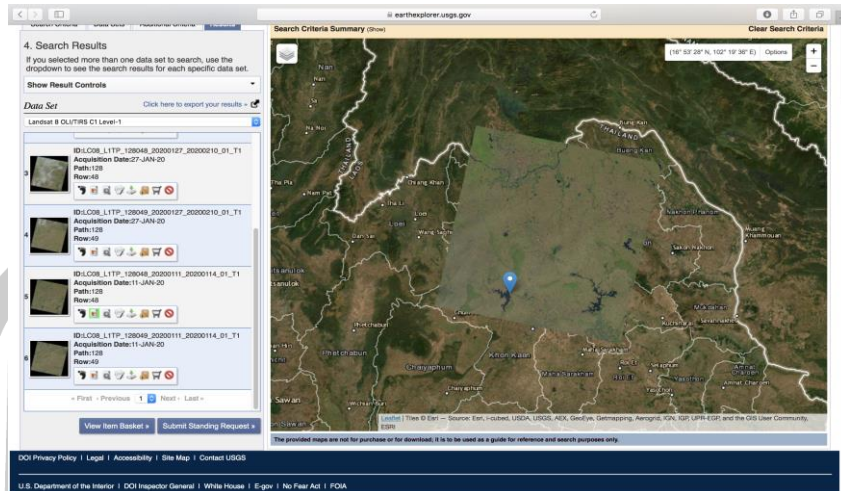
3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1. ข้อมูลโค้งพื้นที่-ระดับ และ โค้งปริมาตรเก็บกัก - ระดับ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ เมื่อเริ่มสร้างเขื่อน
2. ข้อมูลโค้งพื้นที่-ระดับ และ โค้งปริมาตรเก็บกัก - ระดับ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ที่มีการสำรวจปรับปรุงข้อมูล
3. ข้อมูลผลการสำรวจปริมาณตะกอน ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ปี 2009
4. ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์รายปี ย้อนหลังตั้งแต่เริ่มสร้างเขื่อน
5. ข้อมูลค่าระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์รายวันย้อนหลังตั้งแต่เริ่มสร้างเขื่อน
6. ข้อมูลภาพถ่ายทางดาวเทียมจาก USGS ปี 2008,2009,2010,2017,2018,2019 และ 2020 ในช่วงเวลาที่ระดับน้ำต่ำสุด ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำสูงสุด
7. ข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็น

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

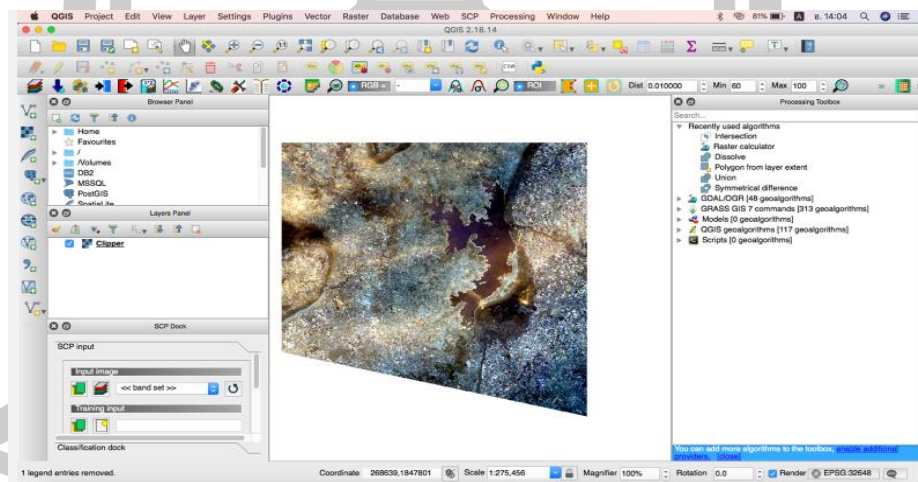
Download ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5,8 จาก โปรแกรม USGS โดยเลือก ช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำแตกต่างกัน ปี 2008,2009,2010,2017,2018,2019 และ2020 ในช่วงเวลาที่ ระดับน้ำต่ำสุด ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำสูงสุดดังภาพประกอบ 3.3

พหุ ประถมศึกษา



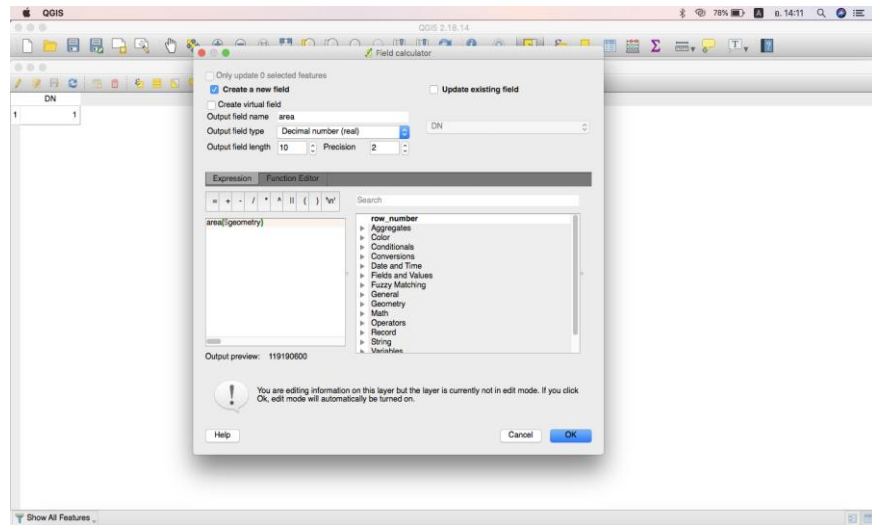
ภาพประกอบ 3.3 แสดงการเก็บภาพจาก USGS

1. สกัดบริเวณที่เป็นพื้นที่ผิวน้ำด้วยดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI โดยใช้สมการดังตารางที่ 2.5 เพื่อสกัดพื้นผิวน้ำที่เป็นน้ำโดยใช้โปรแกรม Qgis 2.18.15



ภาพประกอบ 3.4 แสดงการจำแนกพื้นที่ผิวน้ำโดยใช้โปรแกรม Qgis 2.18.15

2. คำนวณพื้นที่ผิวน้ำที่สกัดได้จากดัชนีน้ำ NDWI และ MNDWI และ WRI และรวบรวมพื้นที่ผิวน้ำที่คำนวณได้ในแต่ละส่วน หากภาพที่ดาวน์โหลดจากโปรแกรม USGS ที่ใช้คำนวณมีมากกว่า 1 ภาพ



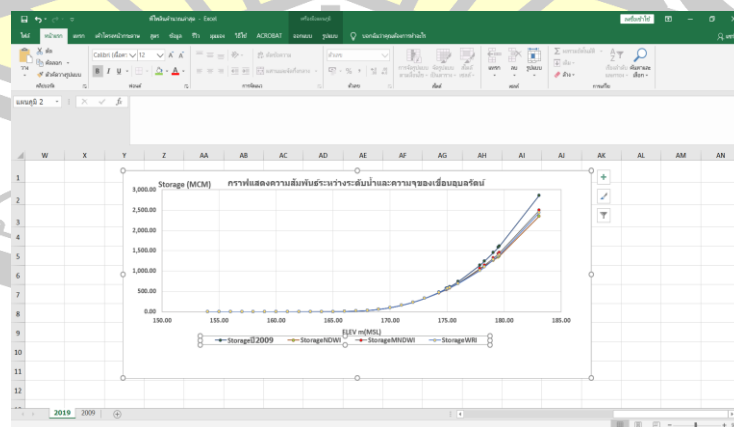
ภาพประกอบ 3.5 แสดงการคำนวณพื้นที่ผิวน้ำโดยใช้โปรแกรม Qgis 2.18.15

3. คำนวณหาความจุอ่างเก็บจากพื้นที่ผิวน้ำที่สกัดได้ โดยอ้างอิงความสูงระดับน้ำจากข้อมูลค่าระดับน้ำของการไฟฟ้าเขื่อนอุบลรัตน์ โดยใช้สมการ

$$V = \frac{1}{3} (A_1 + \sqrt{A_1 A_2} + A_2) \Delta h$$

ทุกระดับชั้นความสูงที่ต่อเนื่องกัน

4. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความจุอ่างกับระดับน้ำโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel



ภาพประกอบ 3.6 แสดงการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความจุอ่างกับระดับน้ำ

5. หาคความจ่อ่างเก็บน้ำที่ลดลงโดยเปรียบเทียบจากข้อมูลทีวิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียมในปีปัจจุบันกับข้อมูลทีสำรวจจริงในปี 2009

ปี	EVI	Area (km ²)		Storage (MCM)				Data 2009				
		2009	2019	Storage	Storage	Storage	Storage	Area (km ²)	Storage (MCM)	Capacity (MCM)	Ratio	
2009	154.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	154.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00
2009	155.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	155.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00
2009	156.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	156.00	0.0006	0.0002	0.00	0.00
2009	157.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	157.00	0.0039	0.0029	0.00	0.00
2009	158.00	0.03	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	158.00	0.0205	0.0171	0.00	0.00
2009	159.00	0.07	0.07	0.02	0.00	0.00	0.07	159.00	0.0717	0.0612	0.00	0.00
2009	160.00	0.14	0.14	0.14	0.11	0.178	0.11	160.00	0.1400	0.1700	0.00	0.00
2009	161.00	0.29	0.29	0.29	0.22	0.401	0.22	161.00	0.2922	0.3972	0.00	0.00
2009	162.00	0.49	0.49	0.49	0.39	0.790	0.39	162.00	0.4944	0.7837	0.01	0.01
2009	163.00	0.81	0.81	0.81	0.65	1.437	0.65	1.64	0.65	1.37	0.03	0.01
2009	164.00	1.41	1.41	1.41	1.11	2.541	1.11	2.55	1.11	2.48	0.40	0.41
2009	165.00	2.48	2.48	2.48	2.02	4.369	2.02	4.37	2.02	4.31	0.99	0.99
2009	166.00	5.07	5.07	4.22	3.788	8.22	3.79	4.22	3.72	5.974	1.50	1.50
2009	167.00	11.32	11.32	11.32	8.60	17.386	8.60	17.39	8.60	17.32	3.10	3.10
2009	168.00	21.22	21.22	21.22	16.13	33.515	16.13	33.51	16.13	33.45	6.80	6.80
2009	169.00	34.21	34.21	34.21	27.46	61.977	27.46	61.98	27.46	61.91	14.21	14.21
2009	170.00	49.92	49.92	49.92	41.82	102.794	41.82	102.80	41.82	102.73	21.00	21.00
2009	171.00	65.66	65.66	65.66	57.41	140.633	57.41	140.61	57.41	140.35	29.00	29.00
2009	172.00	82.30	82.30	82.30	73.83	234.237	73.83	234.24	73.83	234.17	37.00	37.00

ภาพประกอบ 3.7 แสดงตารางเปรียบเทียบความจ่อ่างเก็บน้ำกับระดับน้ำจากดัชนีน้ำ



บทที่ 4
ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์จากดัชนีน้ำ 3 ดัชนี คือ NDWI MNDWI และ WRI ที่ค่าระดับน้ำแตกต่างกัน 8 ช่วงเวลา ในปี 2007-2010 และปี 2018-2020 เพื่อคำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำ และนำผลการวิเคราะห์ภาพถ่ายในปี 2007-2010 มาเปรียบเทียบกับผลการสำรวจจริงในปี 2009 เพื่อหาดัชนีน้ำที่มีค่า RMSE น้อยที่สุด แล้วนำมาคำนวณหาความจุที่ลดลงของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์โดยเปรียบเทียบความจุที่วิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมในปี 2018-2020 กับความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 ซึ่งความจุอ่างเก็บน้ำสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$V = \frac{1}{3}(A_1 + \sqrt{A_1 A_2} + A_2) \Delta h$$

4.1 พื้นที่ผิวน้ำที่คำนวณจากดัชนีผลต่างความชื้น NDWI MNDWI และ WRI

ตาราง 4.1 พื้นที่ผิวน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ปี 2009

วันที่	ELEV m(MSL)	Area (km ²)		
		NDWI	MNDWI	WRI
2009	154.00	0.00	0.00	0.00
2009	155.00	0.00	0.00	0.00
2009	156.00	0.00	0.00	0.00
2009	157.00	0.01	0.01	0.01
2009	158.00	0.03	0.03	0.03
2009	159.00	0.07	0.07	0.07
2009	160.00	0.16	0.16	0.16
2009	161.00	0.29	0.29	0.29
2009	162.00	0.49	0.49	0.49
2009	163.00	0.81	0.81	0.81
2009	164.00	1.43	1.43	1.43

ตาราง 4.1 พื้นที่ผิวน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ปี 2009 (ต่อ)

วันที่	ELEV m(MSL)	Area (km ²)		
		NDWI	MNDWI	WRI
2009	165.00	2.68	2.68	2.68
2009	166.00	5.97	5.97	5.97
2009	167.00	11.52	11.52	11.52
2009	168.00	21.22	21.22	21.22
2009	169.00	34.21	34.21	34.21
2009	170.00	49.92	49.92	49.92
2009	171.00	65.66	65.66	65.66
2009	172.00	82.30	82.30	82.30
2009	173.00	103.48	103.48	103.48
2009	174.00	127.45	127.45	127.45
2009	175.00	152.51	152.51	152.51
7/5/2010	175.45	148.80	156.46	153.63
21/6/2009	176.15	169.99	180.27	174.76
16/2/2010	177.73	211.65	266.77	219.39
2/4/2009	178.03	223.98	244.35	234.31
15/1/2010	178.31	230.68	254.84	238.08
14/12/2009	178.93	238.84	266.77	248.19
27/10/2009	179.04	229.42	269.34	247.70
12/1/2009	180.65	315.27	334.16	320.80
2/1/2011	180.95	314.78	342.87	324.95
30/10/2010	183.06	351.92	417.09	370.49

ที่ค่าระดับน้ำ 154.00-175.00 m(MSL) เป็นข้อมูลที่คำนวณอ้างอิงแสดงจุดเริ่มต้นเพื่อความต่อเนื่องของข้อมูลในรูปแบบกราฟ

ตาราง 4.2 พื้นที่ผิวน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ปี 2019

วันที่	ELEV m(MSL)	Area (km ²)		
		NDWI	MNDWI	WRI
2009	154.00	0.00	0.00	0.00
2009	155.00	0.00	0.00	0.00
2009	156.00	0.00	0.00	0.00
2009	157.00	0.01	0.01	0.01
2009	158.00	0.03	0.03	0.03
2009	159.00	0.07	0.07	0.07
2009	160.00	0.16	0.16	0.16
2009	161.00	0.29	0.29	0.29
2009	162.00	0.49	0.49	0.49
2009	163.00	0.81	0.81	0.81
2009	164.00	1.43	1.43	1.43
2009	165.00	2.68	2.68	2.68
2009	166.00	5.97	5.97	5.97
2009	167.00	11.52	11.52	11.52
2009	168.00	21.22	21.22	21.22
2009	169.00	34.21	34.21	34.21
2009	170.00	49.92	49.92	49.92
2009	171.00	65.66	65.66	65.66
2009	172.00	82.30	82.30	82.30
2009	173.00	103.48	103.48	103.48
11/1/2020	174.28	113.29	119.19	122.95
19/7/2019	174.92	132.60	133.98	131.71
8/11/2019	174.98	134.39	137.90	137.56

ตาราง 4.2 พื้นที่ผิวน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ปี 2019 (ต่อ)

วันที่	ELEV m(MSL)	Area (km ²)		
		NDWI	MNDWI	WRI
30/4/2019	175.03	135.70	139.26	139.37
7/10/2019	175.21	140.88	143.59	142.08
24/1/2019	175.95	160.63	163.09	123.98
11/4/2018	177.88	207.78	212.96	217.57
8/4/2017	178.26	180.96	207.46	216.54
7/3/2017	179.05	182.37	233.37	238.77
14/8/2017	179.48	194.27	244.01	208.07
19/2/2017	179.59	245.24	258.32	261.63
2/11/2017	183.07	316.46	344.75	333.15

ที่ค่าระดับน้ำ 154.00-173.00 m(MSL) เป็นข้อมูลที่คำนวณอ้างอิงแสดงจุดเริ่มต้นเพื่อความต่อเนื่องของข้อมูลในรูปแบบกราฟ

4.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของดัชนีผลต่างความชื้น NDWI MNDWI และ WRI

เมื่อวิเคราะห์พื้นที่ผิวน้ำจากภาพถ่ายดาวเทียมในปี 2007-2010 และคำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำ จากนั้นเปรียบเทียบกับความจุอ่างที่ทำการสำรวจจริงในปี 2009

เปรียบเทียบค่า RMSE ของผลลัพธ์ที่คำนวณจากดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI ในปี 2009 กับข้อมูลที่สำรวจจริงในปี 2009 โดยใช้วิธี RMSE (root mean square error) จาก

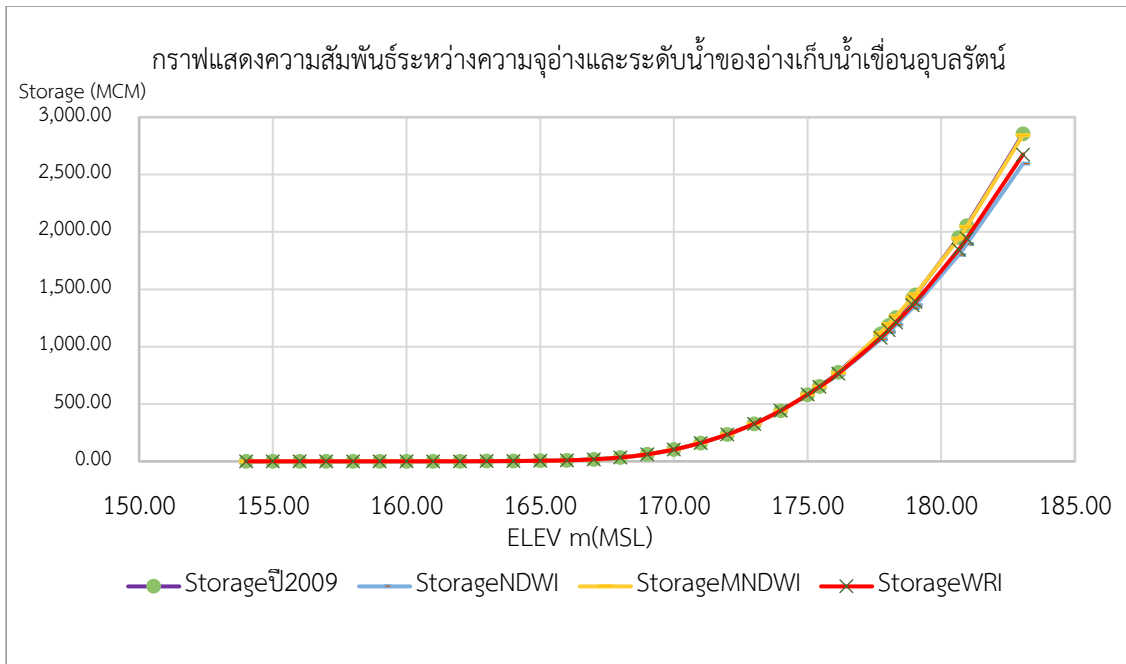
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \times \Sigma(\text{prediction} - \text{actual})^2}$$

ผลจากการคำนวณ RMSE เปรียบเทียบความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 กับความจุที่วิเคราะห์จากดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI จะได้ว่าดัชนีน้ำ NDWI มีค่า RMSE เท่ากับ 66.36 หรือ 6.3 % , MNDWI มีค่า RMSE เท่ากับ 5.16 หรือ 0.4 % และ WRI มีค่า RMSE เท่ากับ 46.42 หรือ 5.9 %

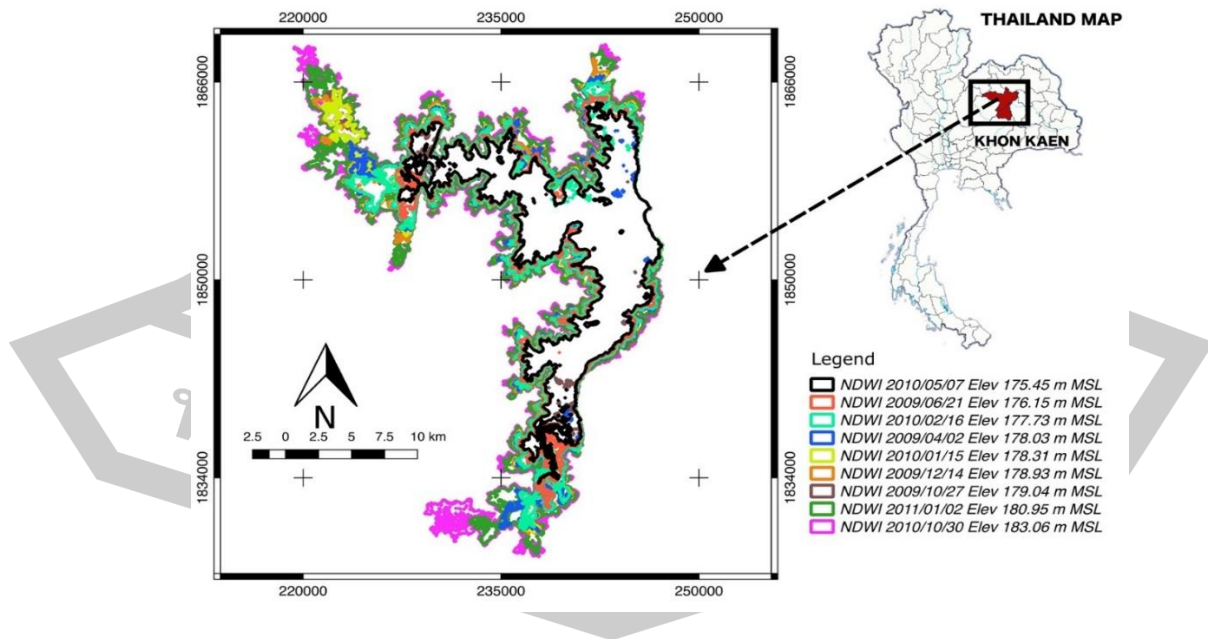
ตาราง 4.3 ข้อมูลการวิเคราะห์ค่า RMSE ของดัชนีผลต่างความชื้น NDWI MNDWI และ WRI ในปี 2009

วันที่	ระดับน้ำ m(MSL)	2009 จาก Landsat			2009 จากอ่าง เก็บน้ำ	RMSE		
		ความจุ NDWI (MCM)	ความจุ MNDWI (MCM)	ความจุ WRI (MCM)	ความจุ (MCM)	NDWI	MNDWI	WRI
7/5/2010	175.45	649.77	651.49	650.79	652.96	10.2	2.17	4.71
21/6/2009	176.15	761.27	769.25	765.65	775.85	212.73	43.62	104.08
16/2/2010	177.73	1153.26	1211.46	1076.36	1110.45	2330.59	94.88	1161.70
2/4/2009	178.03	1218.6	1288.1	1144.40	1183.44	3128.47	179.31	1523.67
15/1/2010	178.31	1282.25	1357.98	1210.54	1254.29	3985.72	154.31	1914.14
14/12/2009	178.93	1427.8	1519.67	1361.27	1421.15	7131.69	52.52	3585.39
27/10/2009	179.04	1453.55	1549.15	1388.54	1452.16	8047.02	32.77	4046.54
12/1/2009	180.65	1890.2	2034.03	1844.92	1951.88	23342.98	83.3	11441.21
2/1/2011	180.95	1984.7	2135.58	1941.78	2054.04	25738.9	94.73	12602.08
30/10/2010	183.06	2687.71	2936.06	2674.95	2855.43	66986.21	113.17	32573.72
SUM						140915.32	851.55	68957.73
RMSE						66.36	5.16	46.42

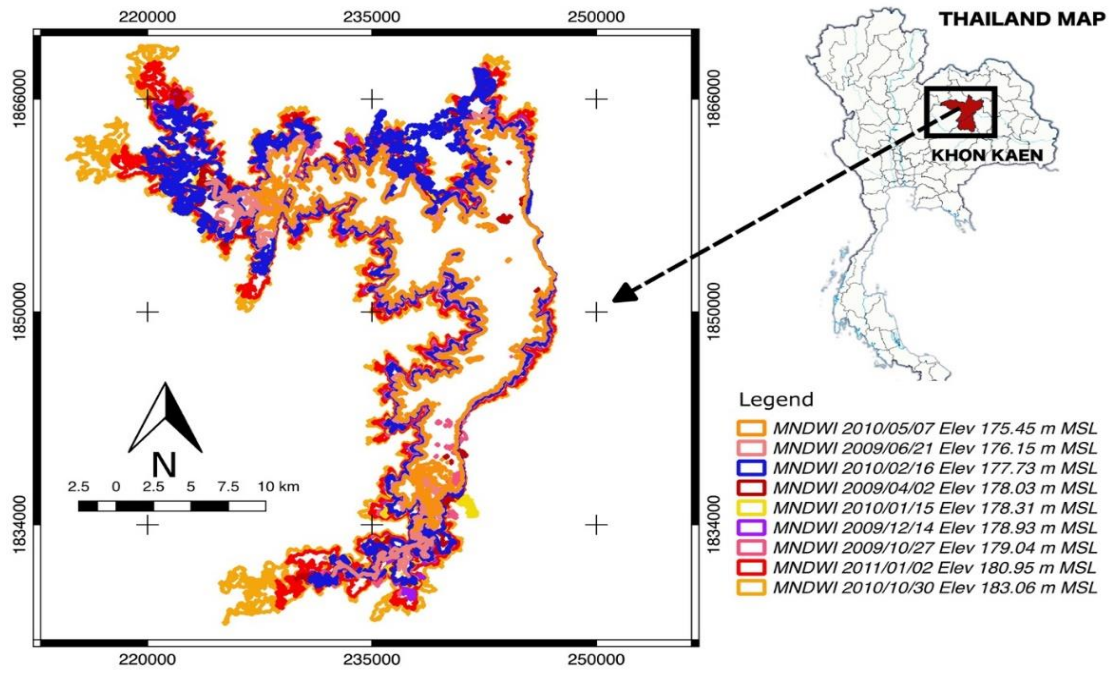
พหุ ประถมศึกษา



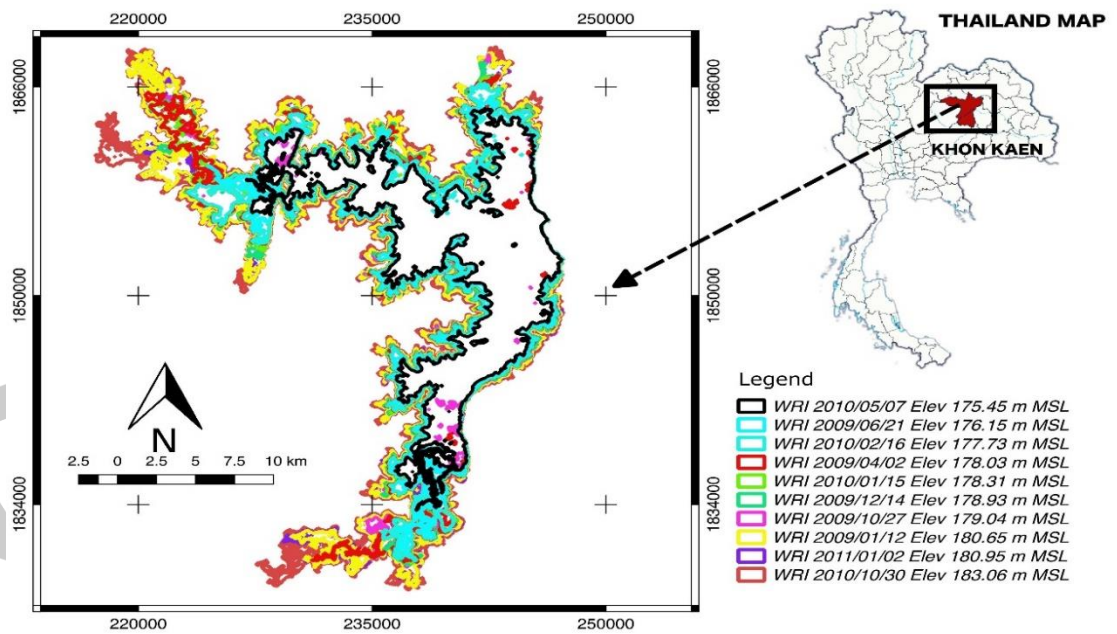
ภาพประกอบ 4.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความจุอ่างและระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์โดยเปรียบเทียบความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 กับความจุที่สำรวจโดยใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียมและวิเคราะห์ด้วยดัชนีความชื้น NDWI MNDWI และWRI ในปี 2008-2010



ภาพประกอบ 4.2 แผนภาพแสดงพื้นผิวของน้ำในปี 2008-2010 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี NDWI



ภาพประกอบ 4.3 แผนภาพแสดงพื้นที่ผิวน้ำของน้ำในปี 2008-2010 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี MNDWI



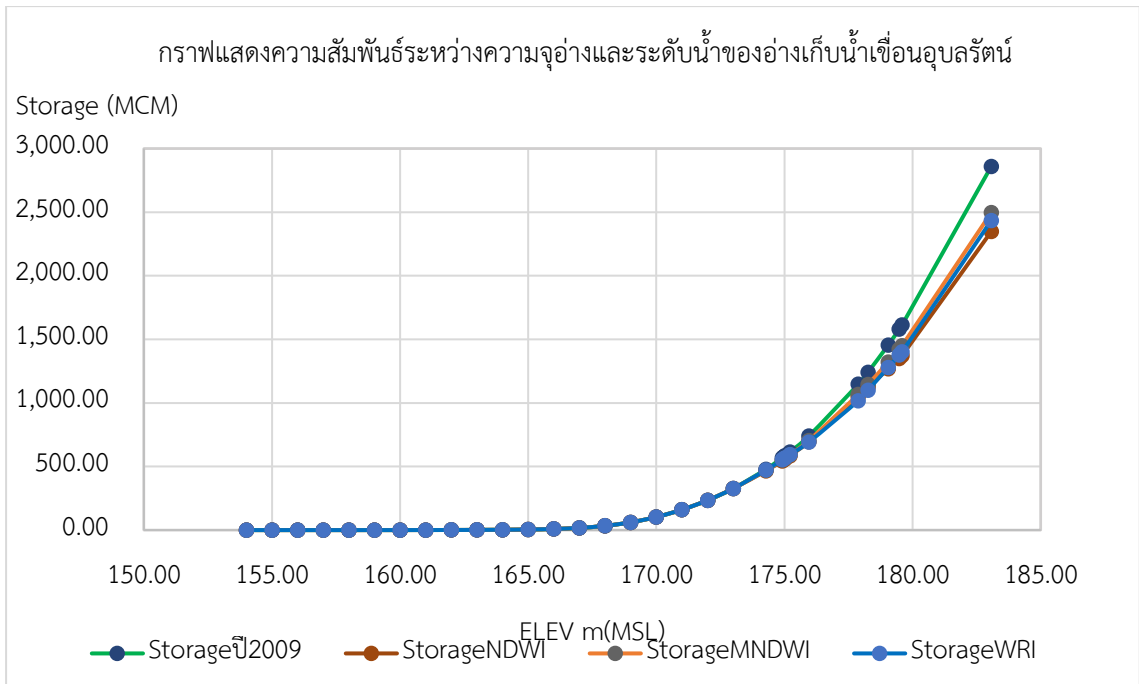
ภาพประกอบ 4.4 แผนภาพแสดงพื้นที่ผิวน้ำของน้ำในปี 2008-2010 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี WRI

4.3 แสดงปริมาณความจุของเขื่อนตั้งแต่ปี 2009 ถึง 2019

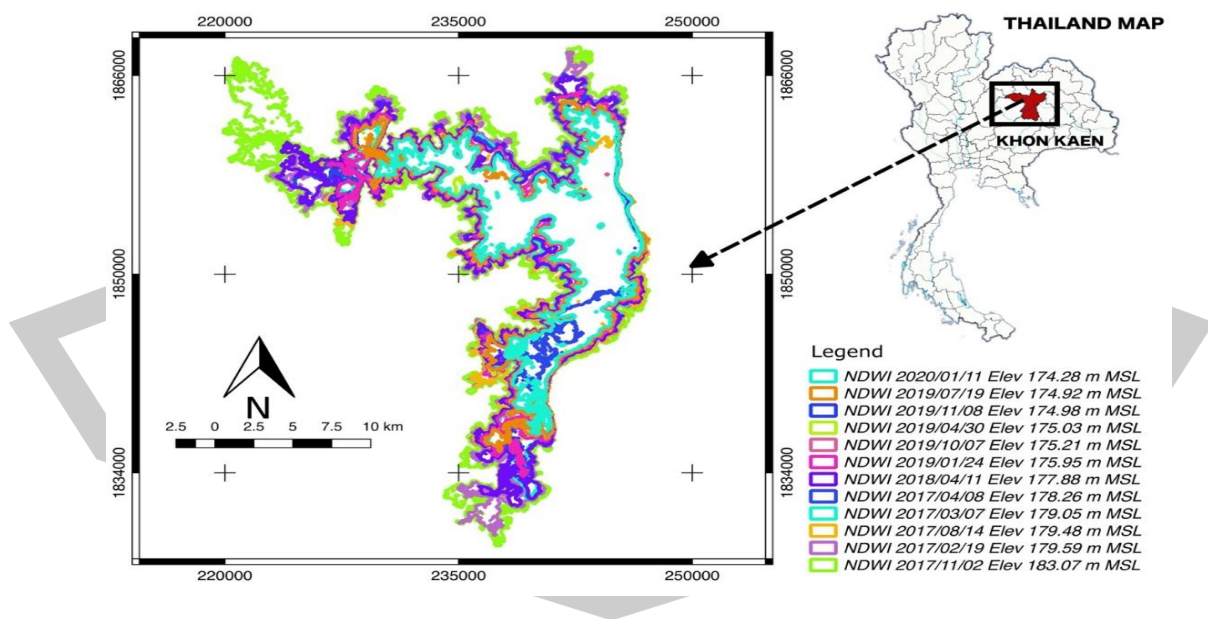
วิเคราะห์ความจุอ่างเก็บน้ำที่ลดลง โดยเปรียบเทียบข้อมูลความจุที่วิเคราะห์จากดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI ในปี 2017-2020 กับ ข้อมูลความจุอ่างเก็บน้ำที่สำรวจจริง ในปี 2009 ซึ่งความจุอ่างเก็บน้ำในวิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียมในปี 2017-2020 น้อยกว่าความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 ณ ค่าระดับน้ำที่เท่ากัน

ตาราง 4.4 แสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความจุที่ลดลงโดยใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียมในปีพ.ศ. 2019 เปรียบเทียบกับข้อมูลของเขื่อนในปีพ.ศ. 2009

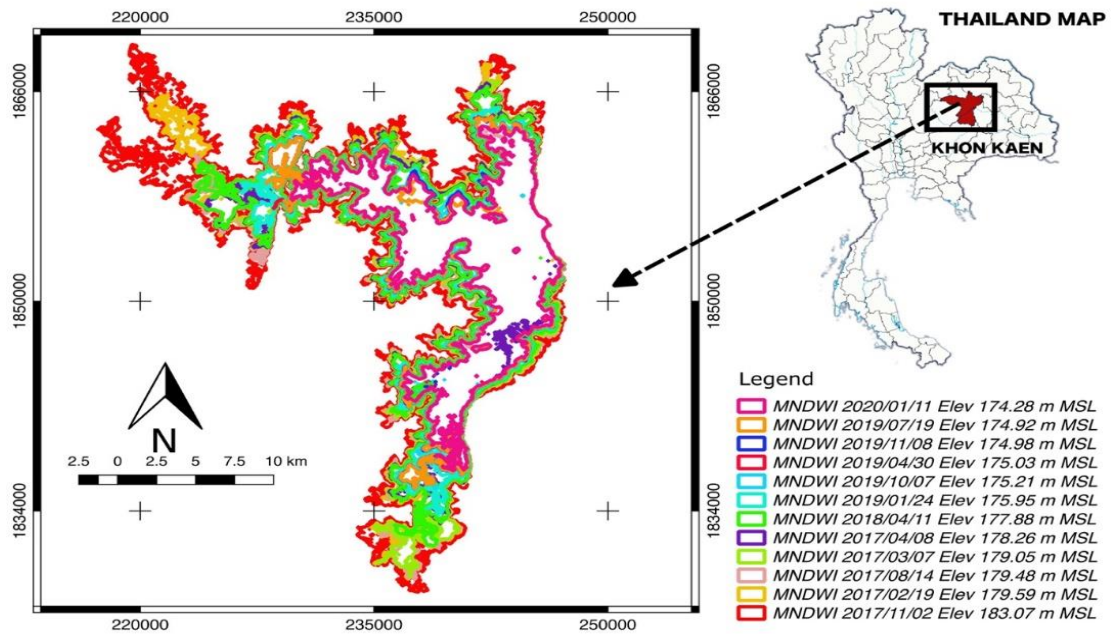
วันที่	ระดับน้ำ m(MSL)	2019 จาก Landsat			2009 จากอ่าง เก็บน้ำ	ความจุที่ลดลง		
		ความจุ NDWI (MCM)	ความจุ MNDWI (MCM)	ความจุ WRI (MCM)		ความจุ (MCM)	NDWI (MCM)	MNDWI (MCM)
11/1/2020	174.28	465.611	469.32	471.60	478.47	12.86	9.15	6.87
19/7/2019	174.92	544.214	550.29	553.08	569.54	25.33	19.26	16.47
8/11/2019	174.98	552.223	558.44	561.15	578.62	26.40	20.18	17.47
30/4/2019	175.03	558.975	565.37	568.08	586.24	27.27	20.87	18.16
7/10/2019	175.21	583.866	590.83	593.41	614.21	30.34	23.38	20.80
24/1/2019	175.95	695.348	704.22	691.77	739.22	43.87	35.00	47.44
11/4/2018	177.88	1049.898	1066.05	1017.16	1146.56	96.66	80.51	129.40
8/4/2017	178.26	1123.701	1145.93	1099.64	1241.43	117.73	95.50	141.78
7/3/2017	179.05	1267.214	1319.95	1279.42	1455	187.78	135.04	175.58
14/8/2017	179.48	1348.178	1422.58	1375.42	1580.31	232.13	157.73	204.90
19/2/2017	179.59	1372.296	1450.21	1401.19	1613.36	241.07	163.16	212.17
2/11/2017	183.07	2347.015	2495.94	2433.61	2859.23	512.21	363.29	425.62



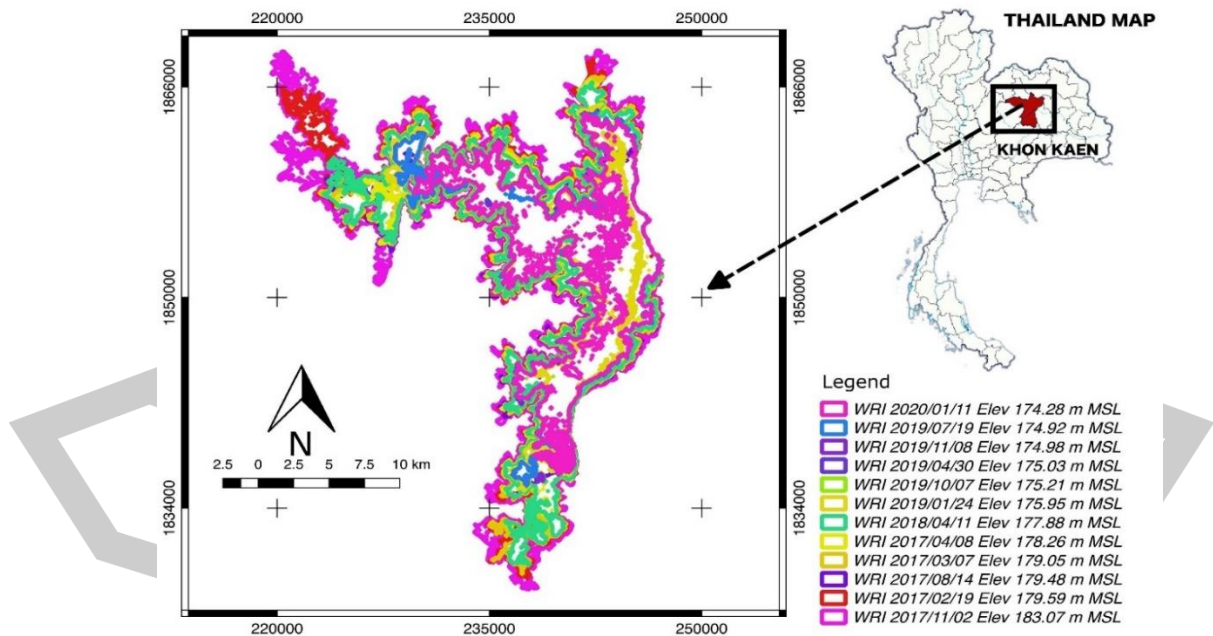
ภาพประกอบ 4.5 แสดงการความสัมพันธ์ระหว่างความจุอ่างและระดับน้ำและของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์โดยเปรียบเทียบความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 กับความจุที่ใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียมและวิเคราะห์ด้วยดัชนีความชื้น NDWI MNDWI และWRI ในปี 2017-2020



ภาพประกอบ 4.6 แผนภาพแสดงพื้นที่ผิวของน้ำในปี 2017-2020 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี NDWI



ภาพประกอบ 4.7 แผนภาพแสดงพื้นผิวของน้ำในปี 2017-2020 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี MNDWI



ภาพประกอบ 4.8 แผนภาพแสดงพื้นผิวของน้ำในปี 2017-2020 จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนี WRI

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงการวิจัยเรื่องการประเมินดัชนีน้ำสำหรับการประมาณความจุอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์โดยใช้การรับรู้ระยะไกล มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบหาดัชนีน้ำที่เหมาะสม 3 ดัชนี ได้แก่ ดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI เพื่อใช้สำหรับหาพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์จากภาพถ่ายดาวเทียมที่ดาวเทียมโพลดจากสำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา USGS โดยเลือกช่วงที่อ่างเก็บน้ำมีระดับน้ำแตกต่างกัน 8 ช่วงเวลา ร่วมกับข้อมูลระดับน้ำ ณ วันที่ถ่ายภาพ และใช้โปรแกรม Qgis 2.18.15 ในการปรับแก้และวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวน้ำแล้วนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณหาความจุอ่างน้ำ ซึ่งได้ผลการคำนวณดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายทางดาวเทียม Landsat 5 TM ในระหว่างปี 2008-2010 และนำมาเปรียบเทียบกับผลการสำรวจจริงในปี พ.ศ. 2009 เพื่อคำนวณค่า RMSE ของดัชนีน้ำ จะได้

- MNDWI มีค่า RMSE เท่ากับ 5.16 คิดเป็นความคลาดเคลื่อน 0.4%
- NDWI มีค่า RMSE เท่ากับ 66.36 คิดเป็นความคลาดเคลื่อน 6.3%
- WRI มีค่า RMSE เท่ากับ 46.42 คิดเป็นความคลาดเคลื่อน 5.9%

จึงสามารถสรุปว่าดัชนีน้ำ MNDWI มีความเหมาะสมในการนำมาใช้วิเคราะห์หาความจุของเขื่อนอุบลรัตน์มากที่สุด

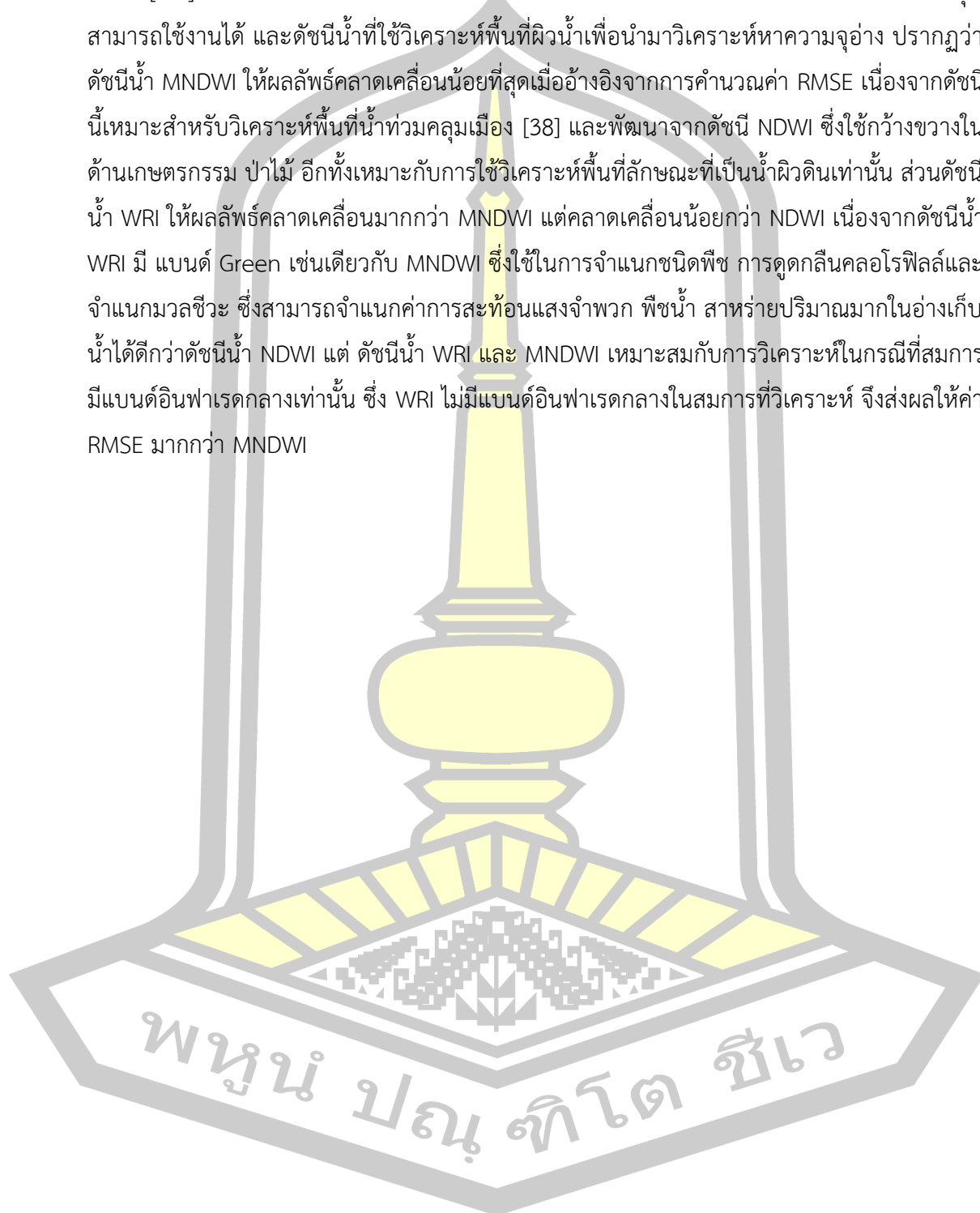
2. ทำการคำนวณหาความจุที่ลดลงของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ โดยเปรียบเทียบข้อมูลที่ทำการสำรวจจริงในปี 2009 กับข้อมูลที่วิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ระหว่างปี 2017-2020 ที่วิเคราะห์ด้วยดัชนีน้ำ MNDWI จะได้

- ความจุที่ลดลง 363.29 MCM หรือคิดเป็น 12.7%
- อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยเท่ากับ 33.03 MCM ต่อปี

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [6-8] โดยพิจารณาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความจุอ่างเก็บน้ำและค่าระดับน้ำ ซึ่งได้แก่ กราฟข้อมูลที่ทำ การสำรวจจริงในอดีต และกราฟข้อมูลที่วิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียมในปัจจุบัน จะเห็นว่า ความจุอ่างเก็บน้ำในปี

ปัจจุบันจะน้อยกว่าความจุในปีที่ทำการสำรวจ ณ ทุกค่าระดับน้ำเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษา [6-8] จึงแสดงให้เห็นว่า ปริมาณตะกอนที่เข้าไปทับถมในอ่างเก็บน้ำส่งผลโดยตรงต่อความจุที่สามารถใช้งานได้ และดัชนีน้ำที่ใช้วิเคราะห์พื้นที่ผิวน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์หาความจุอ่าง ปรากฏว่าดัชนีน้ำ MNDWI ให้ผลลัพธ์คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่ออ้างอิงจากการคำนวณค่า RMSE เนื่องจากดัชนีนี้เหมาะสำหรับวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมคลุมเมือง [38] และพัฒนาจากดัชนี NDWI ซึ่งใช้กว้างขวางในด้านเกษตรกรรม ป่าไม้ อีกทั้งเหมาะกับการใช้วิเคราะห์พื้นที่ลักษณะที่เป็นน้ำผิวดินเท่านั้น ส่วนดัชนีน้ำ WRI ให้ผลลัพธ์คลาดเคลื่อนมากกว่า MNDWI แต่คลาดเคลื่อนน้อยกว่า NDWI เนื่องจากดัชนีน้ำ WRI มี แบนด์ Green เช่นเดียวกับ MNDWI ซึ่งใช้ในการจำแนกชนิดพืช การดูดกลืนคลอโรฟิลล์และจำแนกมวลชีวะ ซึ่งสามารถจำแนกค่าการสะท้อนแสงจำพวก พืชน้ำ สาหร่ายปริมาณมากในอ่างเก็บน้ำได้ดีกว่าดัชนีน้ำ NDWI แต่ ดัชนีน้ำ WRI และ MNDWI เหมาะสมกับการวิเคราะห์ในกรณีที่สามารถมีแบนด์อินฟราเรดกลางเท่านั้น ซึ่ง WRI ไม่มีแบนด์อินฟราเรดกลางในสมการที่วิเคราะห์ จึงส่งผลให้ค่า RMSE มากกว่า MNDWI



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

1. Petkovsek G, Roca M, editors. Impact of reservoir operation on sediment deposition. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management; 2014: Thomas Telford Ltd.
2. Wohl EE, Cenderelli DA. "Sediment deposition and transport patterns following a reservoir sediment release". Water Resources Research. 2000;36(1):319-33.
3. Amore E, Modica C, Nearing MA, Santoro VC. "Scale effect in USLE and WEPP application for soil erosion computation from three Sicilian basins". Journal of Hydrology. 2004;293(1-4):100-14.
4. Chen L, Wang J, Fu B, Qiu Y. "Land-use change in a small catchment of northern Loess Plateau, China". Agriculture, Ecosystems & Environment. 2001;86(2):163-72.
5. Bakker MM, Govers G, van Doorn A, Quetier F, Chouvardas D, Rounsevell M. "The response of soil erosion and sediment export to land-use change in four areas of Europe: the importance of landscape pattern". Geomorphology. 2008;98(3-4):213-26.
6. Al-Ansari N, Issa IE, Sherwani G, Knutsson S. "Sedimentation in the mosul reservoir of northern Iraq". Journal of Environmental Hydrology. 2013;21(7):1-10.
7. Cesare GD, Schleiss A, Hermann F. "Impact of turbidity currents on reservoir sedimentation". Journal of Hydraulic Engineering. 2001;127(1):6-16.
8. Annandale GW. "Reservoir sedimentation". Encyclopedia of Hydrological Sciences. 2006.
9. Erskine WD, Mahmoudzadeh A, Myers C. "Land use effects on sediment yields and soil loss rates in small basins of Triassic sandstone near Sydney, NSW, Australia". Catena. 2002;49(4):271-87.
10. Null SE, Medellin-Azuara J, Escrivá-Bou A, Lent M, Lund JR. "Optimizing the dammed: Water supply losses and fish habitat gains from dam removal in California". Journal of environmental management. 2014;136:121-31.

11. Van Metre P, Wilson JT, Fuller CC, Callender E, Mahler BJ. "Collection, analysis, and age-dating of sediment cores from 56 US lakes and reservoirs sampled by the US Geological Survey, 1992-2001". US Geological Survey; 2004. Report No.: 2328-0328.
12. Ortt Jr RA, Kerhin RT, Wells D, Cornwell J. "Bathymetric survey and sedimentation analysis of Loch Raven and Prettyboy reservoirs". Maryland Geological Survey Coastal and Estuarine Geology File Report. 2000(99-4).
13. Rowan J, Goodwill P, Greco M. "Temporal variability in catchment sediment yield determined from repeated bathymetric surveys: Abbeystead Reservoir, UK". *Physics and Chemistry of the Earth*. 1995;20(2):199-206.
14. Huang S, Li J, Xu M. "Water surface variations monitoring and flood hazard analysis in Dongting Lake area using long-term Terra/MODIS data time series". *Natural hazards*. 2012;62(1):93-100.
15. Ma B, Wu L, Zhang X, Li X, Liu Y, Wang S. "Locally adaptive unmixing method for lake-water area extraction based on MODIS 250 m bands". *International journal of applied earth observation and geoinformation*. 2014;33:109-18.
16. Li S, Sun D, Goldberg M, Stefanidis A. "Derivation of 30-m-resolution water maps from TERRA/MODIS and SRTM". *Remote Sensing of Environment*. 2013;134:417-30.
17. Li J-g, Li J-r, Huang S-f, Zuo C-g. "Application of Terra/Modis time series data in dynamic monitoring of lake water area variations—A case study in Dongting Lake region". *Journal of Natural Resources*. 2009;24(5):923-33.
18. Du Z, Bin L, Ling F, Li W, Tian W, Wang H, et al. "Estimating surface water area changes using time-series Landsat data in the Qingjiang River Basin, China". *Journal of Applied Remote Sensing*. 2012;6(1):063609.
19. Frazier PS, Page KJ. "Water body detection and delineation with Landsat TM data". *Photogrammetric engineering and remote sensing*. 2000;66(12):1461-8.
20. Fisher A, Flood N, Danaher T. "Comparing Landsat water index methods for automated water classification in eastern Australia". *Remote Sensing of Environment*. 2016;175:167-82.

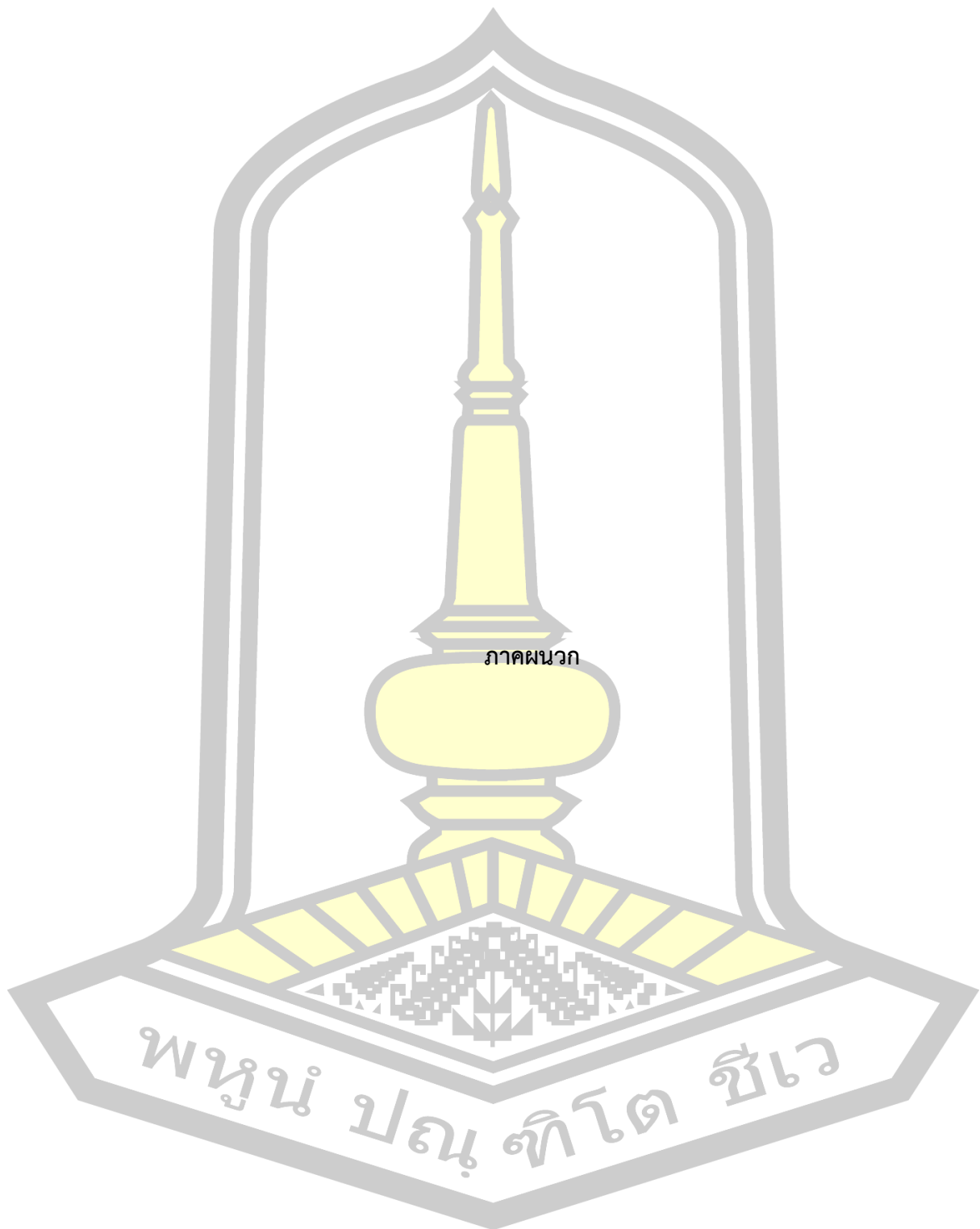
21. Li W, Qin Y, Sun Y, Huang H, Ling F, Tian L, et al. "Estimating the relationship between dam water level and surface water area for the Danjiangkou Reservoir using Landsat remote sensing images". *Remote sensing letters*. 2016;7(2):121-30.
22. Yamazaki D, Trigg MA, Ikeshima D. "Development of a global~ 90 m water body map using multi-temporal Landsat images". *Remote Sensing of Environment*. 2015;171:337-51.
23. Hong S, Jang H, Kim N, Sohn H-G. "Water area extraction using RADARSAT SAR imagery combined with landsat imagery and terrain information". *Sensors*. 2015;15(3):6652-67.
24. Song Y-S, Sohn H-G, Park C-H. "Efficient water area classification using Radarsat-1 SAR imagery in a high relief mountainous environment". *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 2007;73(3):285-96.
25. Brisco B, Short N, Sanden Jvd, Landry R, Raymond D. "A semi-automated tool for surface water mapping with RADARSAT-1". *Canadian Journal of Remote Sensing*. 2009;35(4):336-44.
26. Bondur V, Starchenkov S, editors. *Monitoring of anthropogenic influence on water areas of Hawaiian Islands using RADARSAT and ENVISAT radar imagery*. 31st Int Symp on Remote Sensing of Environment ISRSE; 2006.
27. Du Y, Zhang Y, Ling F, Wang Q, Li W, Li X. "Water bodies' mapping from Sentinel-2 imagery with modified normalized difference water index at 10-m spatial resolution produced by sharpening the SWIR band". *Remote Sensing*. 2016;8(4):354.
28. Yang X, Zhao S, Qin X, Zhao N, Liang L. "Mapping of urban surface water bodies from Sentinel-2 MSI imagery at 10 m resolution via NDWI-based image sharpening". *Remote Sensing*. 2017;9(6):596.
29. Bioresita F, Puissant A, Stumpf A, Malet J-P. "A method for automatic and rapid mapping of water surfaces from sentinel-1 imagery". *Remote Sensing*. 2018;10(2):217.
30. Kaplan G, Avdan U. "Mapping and monitoring wetlands using Sentinel-2 satellite imagery". 2017.

31. Dadoria D, Tiwari H, Jaiswal R. "Assessment of reservoir sedimentation in Chhattisgarh State using remote sensing and GIS". International Journal of Civil Engineering and Technology. 2017;8(4):526-34.
32. Goel M, Jain SK, Agarwal P. "Assessment of sediment deposition rate in Bargi Reservoir using digital image processing". Hydrological sciences journal. 2002;47(S1):S81-S92.
33. Pandey A, Chaube U, Mishra S, Kumar D. "Assessment of reservoir sedimentation using remote sensing and recommendations for desilting Patratu Reservoir, India". Hydrological Sciences Journal. 2016;61(4):711-8.
34. Narasayya K. "Assessment of reservoir sedimentation using remote sensing satellite imageries". Asian Journal of Geoinformatics. 2013;12(4).
35. Jaiswal RK, Thomas T, Galkate R, Singh S, Nayak T. "Assessment of sedimentation in ravishankar sagar reservoir using digital image processing techniques". Journal of Environmental Research And Development. 2009;3(4).
36. Khadatare MY, Jedhe SH. "Sediment Assessment of UJJANI Reservoir in Maharashtra by using Remote Sensing Technique". International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 2017;4(8).
37. Xu H. "Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery". International journal of remote sensing. 2006;27(14):3025-33.
38. Mukherjee NR, Samuel C. "Assessment of the Temporal Variations of Surface Water Bodies in and around Chennai using Landsat Imagery". Indian Journal of Science and Technology. 2016;9(18):1-7.
39. Elshahabi M, Negm AM, Ali K. "Performances evaluation of water body extraction techniques using Landsat ETM+ data: case-study of Lake Nubia, Sudan". The Egyptian International Journal of Engineering Sciences & Technology. 2016;19(2):275-81.
40. ชัยยุทธ ชินณะราศี. "กลศาสตร์แม่น้ำและกระบวนการธารน้ำ". ภาควิชาวิศวกรรมโยธา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2550.
41. Edwards TK, Glysson GD, Guy HP, Norman VW. "Field methods for measurement of fluvial sediment": US Geological Survey Denver, CO; 1999.

42. Gao B-C. "NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space". Remote sensing of environment. 1996;58(3):257-66.

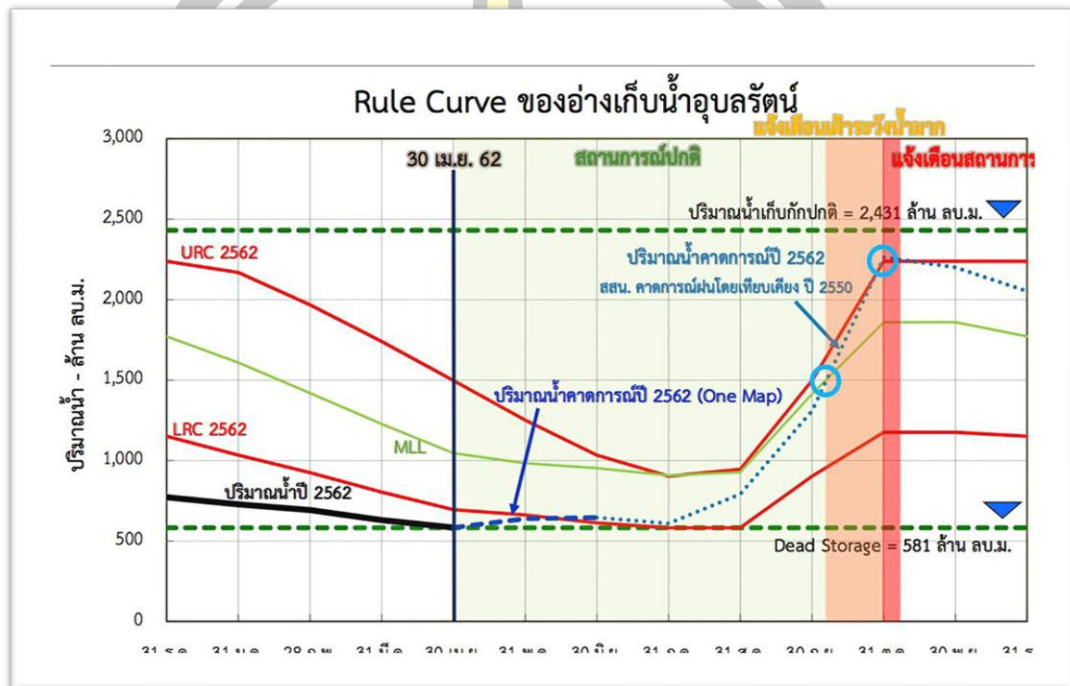
43. Merina NR, Sashikkumar M, Rizvana N, Adlin R. "Sedimentation study in a reservoir using remote sensing technique". Applied ecology and environmental research. 2016;14(4):296-304.





วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. พิจารณากราฟ Rule curve อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ โดยเลือกช่วงที่อ่างมีระดับน้ำแตกต่างกัน 8 ช่วงเวลา ในปี 2009 และ 2019 เพื่อดาวน์โหลดภาพถ่ายจาก USGS หากไม่มีภาพถ่ายที่สามารถใช้งานได้ในปีดังกล่าว ให้เลือกใช้ภาพถ่ายปีที่ใกล้เคียง



1. Download ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5, Landsat8 จากโปรแกรม USGS 8 ช่วงเวลา ในช่วงปี 2008-2010 และ 2017-2020 ดังที่แสดงในภาพประกอบ 3.3
2. ปรับแก้ชั้นบรรยากาศที่ทำให้ค่าการสะท้อนแสงเป็นไปตามทฤษฎีเพื่อสกัดผิวน้ำจากภาพถ่ายดาวเทียมด้วยโปรแกรม Qgis 2.18.15 และคำนวณพื้นที่ผิวน้ำจากดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI

ตารางแสดงพื้นที่ผิวน้ำที่คำนวณจากดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI

วันที่	ELEV m(MSL)	Area (km ²)		
		NDWI	MNDWI	WRI
7/5/2010	175.45	148.80	156.46	153.63
21/6/2009	176.15	169.99	180.27	174.76

วันที่	ELEV m(MSL)	Area (km ²)		
		NDWI	MNDWI	WRI
16/2/2010	177.73	211.65	266.77	219.39
2/4/2009	178.03	223.98	244.35	234.31
15/1/2010	178.31	230.68	254.84	238.08
14/12/2009	178.93	238.84	266.77	248.19
27/10/2009	179.04	229.42	269.34	247.70
12/1/2009	180.65	315.27	334.16	320.80
2/1/2011	180.95	314.78	342.87	324.95
30/10/2010	183.06	351.92	417.09	370.49

ตารางแสดงพื้นที่ผิวน้ำที่คำนวณจากดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI

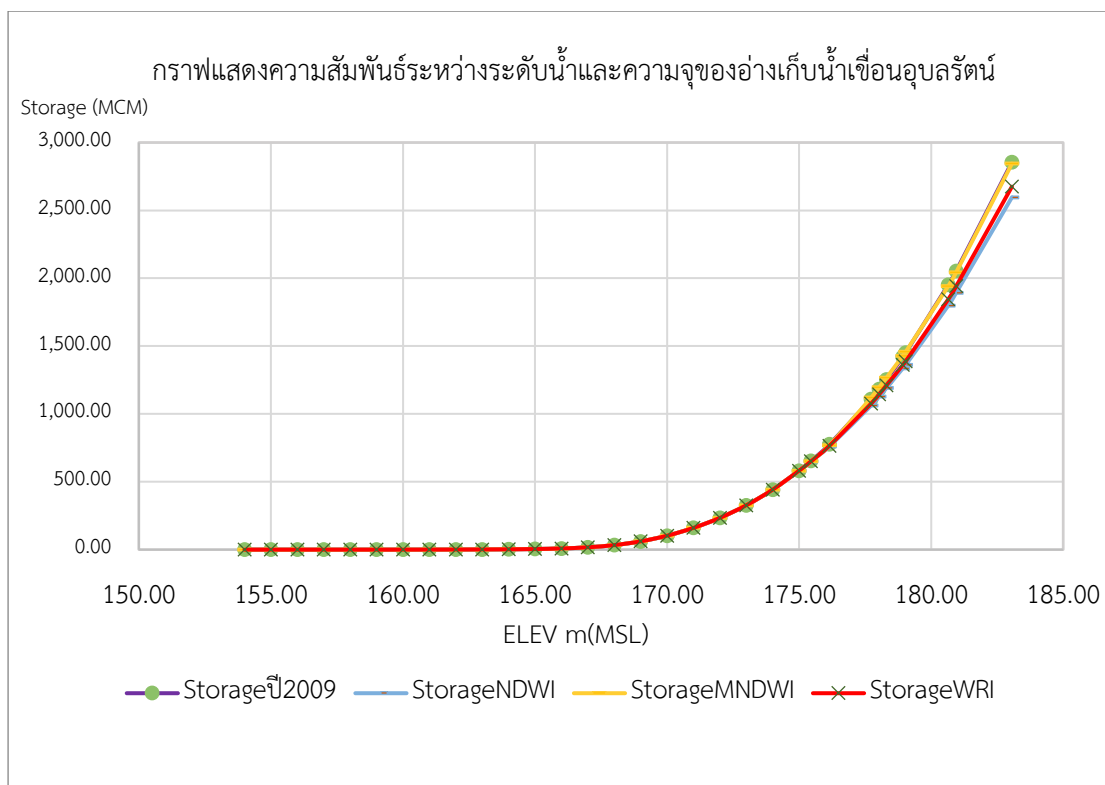
วันที่	ELEV m(MSL)	Area (km ²)		
		NDWI	MNDWI	WRI
11/1/2020	174.28	113.29	119.19	122.95
19/7/2019	174.92	132.60	133.98	131.71
8/11/2019	174.98	134.39	137.90	137.56
30/4/2019	175.03	135.70	139.26	139.37
7/10/2019	175.21	140.88	143.59	142.08
24/1/2019	175.95	160.63	163.09	123.98
11/4/2018	177.88	207.78	212.96	217.57
8/4/2017	178.26	180.96	207.46	216.54
7/3/2017	179.05	182.37	233.37	238.77
14/8/2017	179.48	194.27	244.01	208.07
19/2/2017	179.59	245.24	258.32	261.63
2/11/2017	183.07	316.46	344.75	333.15

3. คำนวณหาความจ่อ่างเก็บน้ำแต่ละช่วงความสูงและพื้นที่ผิวน้ำที่ต่อเนื่องกัน และ คำนวณหาค่า RMSE โดยเปรียบเทียบจากความจ่อ่างเก็บน้ำกับความจ่อ่างเก็บน้ำที่คำนวณจากดัชนีน้ำ NDWI MNDWI และ WRI ในปี 2009

วันที่	ระดับน้ำ m(MSL)	2009 จากLandsat			2009 จากอ่าง เก็บน้ำ	RMSE		
		ความจุ NDWI (MCM)	ความจุ MNDWI (MCM)	ความจุ WRI (MCM)	ความจุ (MCM)	NDWI	MNDWI	WRI
7/5/2010	175.45	649.77	651.49	650.79	652.96	10.2	2.17	4.71
21/6/2009	176.15	761.27	769.25	765.65	775.85	212.73	43.62	104.08
16/2/2010	177.73	1153.26	1211.46	1076.36	1110.45	2330.59	94.88	1161.70
2/4/2009	178.03	1218.6	1288.1	1144.40	1183.44	3128.47	179.31	1523.67
15/1/2010	178.31	1282.25	1357.98	1210.54	1254.29	3985.72	154.31	1914.14
14/12/2009	178.93	1427.8	1519.67	1361.27	1421.15	7131.69	52.52	3585.39
27/10/2009	179.04	1453.55	1549.15	1388.54	1452.16	8047.02	32.77	4046.54
12/1/2009	180.65	1890.2	2034.03	1844.92	1951.88	23342.98	83.3	11441.21
2/1/2011	180.95	1984.7	2135.58	1941.78	2054.04	25738.9	94.73	12602.08
30/10/2010	183.06	2687.71	2936.06	2674.95	2855.43	66986.21	113.17	32573.72
SUM						140915.32	851.55	68957.73
RMSE						66.36	5.16	46.42

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและความจุของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์โดยเปรียบเทียบความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 กับความจุที่สำรวจโดยใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียม



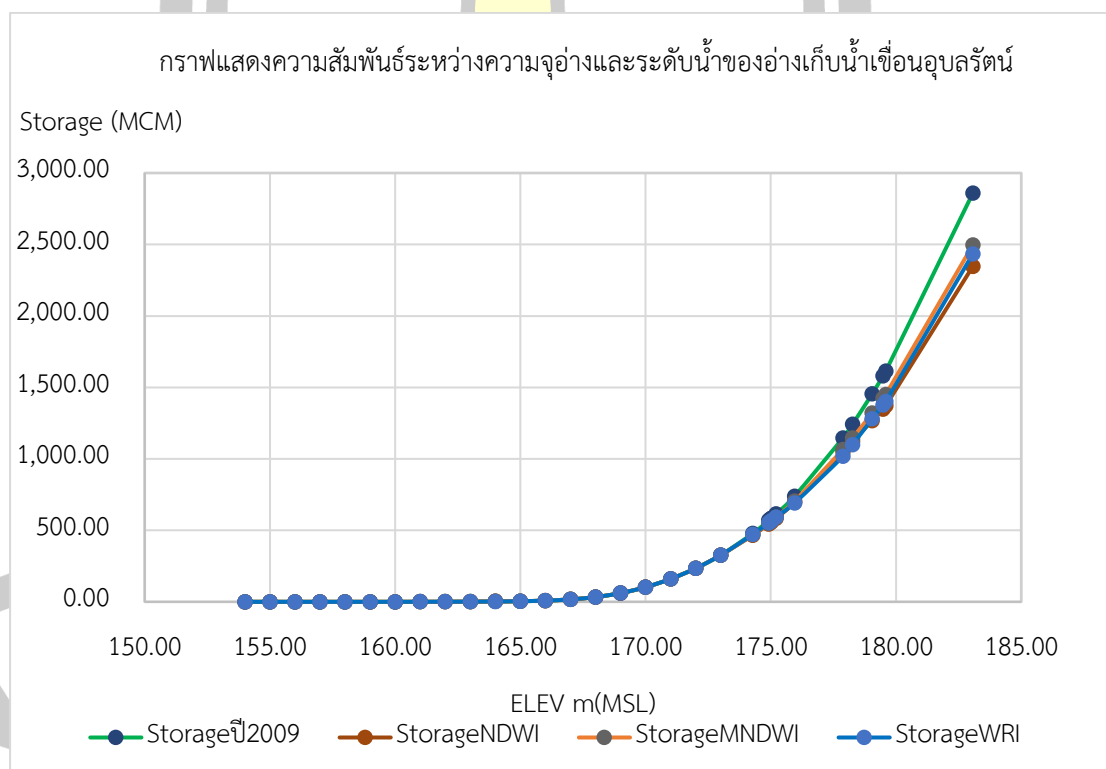


5. คำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำที่ลดลงโดยเปรียบเทียบความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 และและ ความจุที่วิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียมในปี 2017-2020

วันที่	ระดับน้ำ m(MSL)	2019 จาก Landsat			2009 จากอ่างเก็บน้ำ	ความจุที่ลดลง		
		ความจุ NDWI (MCM)	ความจุ MNDWI (MCM)	ความจุ WRI (MCM)		ความจุ NDWI (MCM)	MNDWI (MCM)	WRI (MCM)
11/1/2020	174.28	465.611	469.32	471.60	478.47	12.86	9.15	6.87
19/7/2019	174.92	544.214	550.29	553.08	569.54	25.33	19.26	16.47
8/11/2019	174.98	552.223	558.44	561.15	578.62	26.40	20.18	17.47
30/4/2019	175.03	558.975	565.37	568.08	586.24	27.27	20.87	18.16
7/10/2019	175.21	583.866	590.83	593.41	614.21	30.34	23.38	20.80
24/1/2019	175.95	695.348	704.22	691.77	739.22	43.87	35.00	47.44
11/4/2018	177.88	1049.898	1066.05	1017.16	1146.56	96.66	80.51	129.40
8/4/2017	178.26	1123.701	1145.93	1099.64	1241.43	117.73	95.50	141.78
7/3/2017	179.05	1267.214	1319.95	1279.42	1455	187.78	135.04	175.58

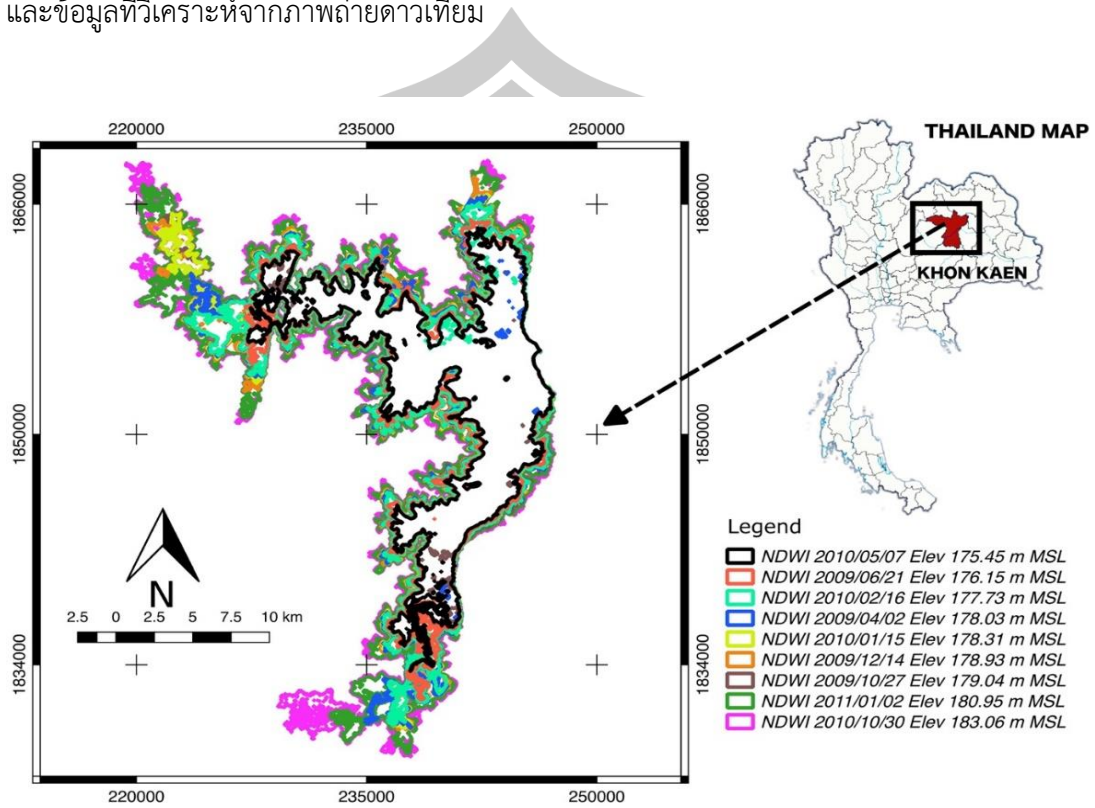
วันที่	ระดับน้ำ m(MSL)	2019 จาก Landsat			2009	ความจุที่ลดลง		
		ความจุ NDWI (MCM)	ความจุ MNDWI (MCM)	ความจุ WRI (MCM)	จากอ่าง เก็บน้ำ ความจุ (MCM)	NDWI (MCM)	MNDWI (MCM)	WRI (MCM)
14/8/2017	179.48	1348.178	1422.58	1375.42	1580.31	232.13	157.73	204.90
19/2/2017	179.59	1372.296	1450.21	1401.19	1613.36	241.07	163.16	212.17
2/11/2017	183.07	2347.015	2495.94	2433.61	2859.23	512.21	363.29	425.62

6. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความจุอ่างและระดับน้ำและของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์โดยเปรียบเทียบความจุที่สำรวจจริงในปี 2009 กับความจุที่สำรวจโดยใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียมและวิเคราะห์ด้วยดัชนีความชื้น NDWI MNDWI และWRI ในปี 2017-2020



7. คำนวณหาปริมาณตะกอนที่เพิ่มเข้าในอ่างเก็บน้ำในระหว่างปี 2009 – 2020 จากความจุที่ลดลง ณ ค่าระดับน้ำสูงที่สุดจากดัชนีน้ำที่คำนวณผลลัพธ์ได้ค่า RMSE น้อยที่สุด

8. เขียนภาพแสดงพื้นผิวน้ำของค่าระดับน้ำที่นำมาวิเคราะห์ จากข้อมูลที่สำรวจจริง และข้อมูลที่วิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียม



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวไพลิน คำเมือง
วันเกิด	วันที่ 29 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2533
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	193 หมู่ 15 ตำบลบ้านเม็ง อำเภอนองเรือ จังหวัดขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40210
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2545 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบวรชนวิทย์ ตำบลสามพราน อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2551 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชินีบูรณะ ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2561 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2563 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ทัโต ชีเว