



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง
การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำ
ของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC)

DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS FOR PREDICTION
OF EFFECT OF CHANGING LAND USE ON WATER QUALITY
OF THE RIVER BASIN SYSTEM IN EASTERN ECONOMIC CORRIDOR (EEC)

กฤษณัยน์ เจริญจิตร

Kitsanai CHAROENJIT

จันทิมา ปิยะพงษ์

Chantima PIYAPONG

ปัทมา พอดี

Pattama PHODEE

ปรีชา บุญขาว

Preecha BOONKHAW

Marco Ciolli

Clara Tattoni

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
(เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 66827
สัญญาเลขที่ 57.1/2562

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง
การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำ
ของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS FOR PREDICTION
OF EFFECT OF CHANGING LAND USE ON WATER QUALITY
OF THE RIVER BASIN SYSTEM IN EASTERN ECONOMIC CORRIDOR (EEC)

กฤษณัยน์ เจริญจิตร	คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ ม.บูรพา
จันทิมา ปิยะพงษ์	ภาควิชาชีววิทยา
	คณะวิทยาศาสตร์ ม.บูรพา
ปัทมา พอดี	คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ ม.บูรพา
ปรีชา บุญขาว	คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ ม.บูรพา
Marco Ciolli	Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, University of Trento
Clara Tattoni	Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, University of Trento

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่ สัญญา 57.1/2562 ชื่อโครงการการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC) DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS FOR PREDICTION OF EFFECT OF CHANGING LAND USE ON WATER QUALITY OF THE RIVER BASIN SYSTEM IN EASTERN ECONOMIC CORRIDOR (EEC)

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายหน่วยงาน ซึ่งประกอบด้วย หน่วยงานภาครัฐ องค์กรภาคเอกชน และ บุคคลต่าง ๆ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อที่ได้ให้ ข้อมูล ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาและเจ้าหน้าที่ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย ตลอดจนอำนวยความสะดวกให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดี ทั้งหมดนี้ให้แก่ เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องและขอ มอบความกตัญญูตเวทิตาคุณ แต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่ อาจเกิดขึ้นนั้น คณะผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียวและยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้ เข้ามาศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

คณะผู้วิจัย

Acknowledgement

This work was financially supported by the Research Grant of Burapha University through National Research Council of Thailand (Grant no. 57.1/2562). The project title is Development of Simulation Models for Prediction of Effect of Changing Land Use On Water Quality of The River Basin System In Eastern Economic Corridor (EEC).

This project was completed with the help of many organization and agencies such as government agencies, private sector, and individuals. We are grateful to you for your generosity on information, comments and suggestions. We would also like to show our gratitude to the following Faculty of Geoinformatics, Burapha University staffs and teachers for their unfailing support and assistance. The success and final outcome of this research required a lot of guidance and assistance from many people, we would not forget to thank them.

Finally, We would like to thank you our family and friends for supports the completing this report. The researchers hope that this research will be useful. For various defects that may occur, we is solely responsible for the content and will be happy to hear any suggestions from anyone for our further study.

Investigators and Responsibilities

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

ข้าพเจ้า ดร.กฤษณัยน์ เจริญจิตรและคณะ ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา ประเภทงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) มหาวิทยาลัยบูรพา โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC) (DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS FOR PREDICTION OF EFFECT OF CHANGING LAND USE ON WATER QUALITY OF THE RIVER BASIN SYSTEM IN EASTERN ECONOMIC CORRIDOR) รหัสโครงการ 66827 สัญญาเลขที่ 57.1/2562 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 3,207,800 บาท (สามล้านสองแสนเจ็ดพันแปดร้อยบาทถ้วน) ระยะเวลาการดำเนินงาน 1 ปี - เดือน (ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2562)

บทคัดย่อ

โครงการการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อจำแนกและคาดการณ์การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก และ 2) เพื่อสร้างแบบจำลองและคาดการณ์คุณภาพน้ำผิวดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยใช้การรับรู้จากระยะไกลในลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกถูกใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่อยู่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ โดยในช่วงปี พ.ศ.2550-2555 เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งส่งผลให้พื้นที่ป่า มีขนาดลดลงถึง 16.21 ตร.กม. และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีขนาดลดลง 63.11 ตร.กม. และถูกแทนที่ด้วยพื้นที่แหล่งน้ำ ที่เพิ่มขึ้นถึง 40.22 ตร.กม. ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของบ่อน้ำสำหรับไว้ใช้ในการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนช่วงพ.ศ. 2555-2560 พบว่า พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้มีขนาดลดลง ในขณะที่พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีขนาดเพิ่มขึ้น 67.34 ตร.กม. ซึ่งเป็นผลจากการขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรมในพื้นที่ภาคตะวันออก ในขณะที่ข้อมูลการคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต พ.ศ.2580 สะท้อนให้เห็นว่า พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่แหล่งน้ำมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ สถานการณ์

การลดลงของพื้นที่ป่าไม้และการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรม ส่งผลให้ปริมาณขององค์ประกอบ สมดุลน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง รวมถึงปริมาณน้ำท่าทั้งรายเดือนและรายปีมีแนวโน้มลดลง

สำหรับการคาดการณ์คุณภาพน้ำผิวดินในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ผู้วิจัยได้แบ่งลุ่มน้ำในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกออกเป็น 3 ลุ่มน้ำ คือลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่ และลุ่มน้ำสาขาประแสร์ และทำการคาดการณ์คุณภาพน้ำผิวดินด้วยแบบจำลองทางอุทกวิทยา (Soil and Water Assessment Tool: SWAT) และนำเข้าข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2555 และ 2560 สำหรับสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งคือสถานี KGT.3 สำหรับลุ่มน้ำบางปะกง, สถานี Z.62 สำหรับลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่ และสถานี Z.11 สำหรับลุ่มน้ำสาขาประแสร์ จากการสอบเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง พบว่า แบบจำลอง SWAT ให้ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าอยู่ในเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ โดยพิจารณาความถูกต้องของแบบจำลองจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และค่า Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) โดยผลการจำลองปริมาณน้ำท่า ณ สถานี KGT.3 Z.62 และ Z.11 ให้ค่า R^2 และค่า NSE อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทางสถิติ และสำหรับคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าจากการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2580 พบว่า ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการปรับเปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรม เป็นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้างมากขึ้น ซึ่งมีผลมาจากความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มมากขึ้น และถ้าพื้นที่ป่าไม้เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าลดลง โดยผลการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ที่ดินในอนาคต เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนเชิงนโยบาย สำหรับการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกในอนาคตต่อไป

Output/Outcome

(1) ผลการศึกษาในรูปแบบของรายงานฉบับสมบูรณ์

(2) ข้อมูล แผนภาพ แผนที่ ข้อมูลสถิติของ

- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550, 2555, 2560 และ 2580

- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่ พ.ศ. 2550, 2555, 2560 และ 2580

- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาประแสร์ พ.ศ. 2550, 2555, 2560 และ 2580

- ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

- ข้อมูลชั้นหินในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก
- ข้อมูลสภาพภูมิอากาศย้อนหลัง 22 ปีย้อนหลัง (พ.ศ. 2540 - 2561) ในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก จากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา จำนวนทั้งสิ้น 15 สถานี
- ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันย้อนหลัง จากสถานีตรวจวัดน้ำท่า กรมชลประทาน จำนวนทั้งสิ้น 3 สถานีตรวจวัดที่ตรงกับจุดออกทางน้ำ
- ภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2550, 2555, 2560 และ 2580
- ข้อมูลคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2580
- ข้อมูลความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก
- ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองที่ผ่านการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก
- ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ถูกคาดการณ์ด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2580

ข้อเสนอแนะ

(1) ข้อเสนอแนะงานวิจัย

- 1.1) ในงานวิจัยนี้ ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา (SWAT) ในลุ่มน้ำบางปะกง โดยถือเป็นงานวิจัยแรกๆ ที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งลุ่มน้ำ
- 1.2) ในลุ่มน้ำบางปะกงข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ใช้นำเข้าในแบบจำลองมีความสำคัญอย่างมาก โดยพบว่าในบางช่วงเวลา สถานีตรวจวัดไม่มีค่าการตรวจวัด ทำให้การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นควรมีการรวบรวมข้อมูลจากหลายหน่วยงานเพื่อให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
- 1.3) ข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model) ควรมีความละเอียดมากขึ้น เนื่องจากจะส่งผลต่อการจำลองเส้นทางน้ำ
- 1.4) การเก็บรวบรวมข้อมูล และการเข้าถึงข้อมูลในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 เป็นไปด้วยความยากลำบาก อันเป็นผลมาจากมาตรการการควบคุมโรค ทำให้การสำรวจข้อมูลภาคสนามในบางพื้นที่ไม่สามารถเข้าถึงได้

(2) ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต

2.1) สำหรับการศึกษาในอนาคต ควรมีการประเมินองค์ประกอบและปริมาณของสมดุลในลุ่มน้ำทั้งระบบ โดยการใช้แบบจำลองการคาดการณ์สภาพอากาศในอนาคต ประกอบกับการจัดการน้ำโดยเขื่อนขนาดใหญ่และขนาดกลางร่วมด้วย

ชื่องานวิจัย	โครงการการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC)
ผู้วิจัย	นายกฤษณ์ย์ เจริญจิตร นางสาวจันทิมา ปิยะพงษ์ นางสาวปัทมา พอดี นายปรีชา บุญขาว Mr.Marco Ciolli Miss Clara Tattoni
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

โครงการการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อจำแนกและคาดการณ์การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก และ 2) เพื่อสร้างแบบจำลองและคาดการณ์คุณภาพน้ำผิวดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยใช้การรับรู้จากระยะไกลในลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกถูกใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่อยู่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ โดยในช่วงปี พ.ศ.2550-2555 เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งส่งผลให้พื้นที่ป่า และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีขนาดลดลง และถูกแทนที่ด้วยพื้นที่แหล่งน้ำที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของบ่อน้ำสำหรับไว้ใช้ในการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนช่วงพ.ศ. 2555-2560 พบว่า พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้มีขนาดลดลง ในขณะที่พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีขนาดเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรมในพื้นที่ภาคตะวันออก ในขณะที่ข้อมูลการคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต พ.ศ.2580 สะท้อนให้เห็นว่า พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่แหล่งน้ำมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ สถานการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้และการ

เพิ่มขึ้นของพื้นที่อุตสาหกรรม ส่งผลให้ปริมาณขององค์ประกอบสมมูลน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง รวมถึงปริมาณน้ำท่าทั้งรายเดือนและรายปีมีแนวโน้มลดลง

สำหรับการคาดการณ์คุณภาพน้ำผิวดินในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ผู้วิจัยได้แบ่งลุ่มน้ำในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกออกเป็น 3 ลุ่มน้ำ คือลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่ และลุ่มน้ำสาขาประแสร์ และทำการคาดการณ์คุณภาพน้ำผิวดินด้วยแบบจำลองทางอุทกวิทยา (Soil and Water Assessment Tool: SWAT) และนำเข้าข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2550 และ 2560 สำหรับสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งคือสถานี KGT.3 สำหรับลุ่มน้ำบางปะกง, สถานี Z.62 สำหรับลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่ และสถานี Z.11 สำหรับลุ่มน้ำสาขาประแสร์

จากการสอบเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง พบว่า แบบจำลอง SWAT ให้ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าอยู่ในเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ โดยพิจารณาความถูกต้องของแบบจำลองจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และค่า Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) โดยผลการจำลองปริมาณน้ำท่า ณ สถานี KGT.3 Z.62 และ Z.11 ให้ค่า R^2 และค่า NSE อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทางสถิติ และสำหรับการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าจากการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2580 พบว่า ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการปรับเปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรม เป็นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้างมากขึ้น ซึ่งมีผลมาจากความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มมากขึ้น และถ้าพื้นที่ป่าไม้เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าลดลง โดยผลการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ที่ดินในอนาคต เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: ลุ่มน้ำบางปะกง, ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่, ลุ่มน้ำสาขาประแสร์, เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก, การรับรู้ระยะไกล, การบริหารจัดการน้ำ, การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน, แบบจำลอง CA-Markov, แบบจำลอง SWAT

Research Title: DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS FOR PREDICTION OF EFFECT OF CHANGING LAND USE ON WATER QUALITY OF THE RIVER BASIN SYSTEM IN EASTERN ECONOMIC CORRIDOR (EEC)

Researcher: Mr.Kitsanai Charoenjit
Ms.Chantima Piyapong
Ms.Pattama Phodee
Mr.Preecha Boonkhaw
Mr.Marco Ciolli
Ms.Clara Tattoni

Year: 2019

Abstract

The Development of Simulation Models for Prediction of Effect of Changing Land Use on Water Quality of the River Basin System in Eastern Economic Corridor (EEC) project has two objectives, these are 1) to classify and predict land use changes in the river basin in Eastern Economic Corridor and 2) to modelling and predicting the land use changes on surface water using remote sensing.

The results from the study showed that the majority of land use in the case study area comprises of Agricultural areas, followed by Forest areas, Urban and built-up areas, Miscellaneous area, and Water body areas, respectively. During 2007-2012, Land use was slowly converted from forest land to agricultural land, resulting in the decrease in deciduous forest areas. And for urban and built-up areas has been replaced by water body areas. Due to the increasing of agricultural and aquaculture sector for water storage purpose. Moreover, during 2012-2017, Agricultural and Forest areas are decreased as a result of the expansion of industrial areas in Eastern Region. A prediction of future land use into the year 2037 showed that Agricultural area, Forest area And water body tends to decline while miscellaneous area and built up area are increased. Therefore, the decreasing of forest area and the

increase of agricultural area is the result of changes in the amount of water balance components, including the decrease in the monthly as well as annual runoff.

For forecasting surface water quality in the Eastern Economic Corridor. The researcher divided the watersheds into 3 river basins, namely the Bang Pakong River Basin, Klong Yai Branch River Basin, and Prasae Branch River Basin And to estimate surface water quality with the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) and import land use data 2007 and 2017 for model calibration and verification. Using data from daily runoff data from the measurement stations in the watershed, which is the KGT.3 station for the Bang Pakong River Basin, the Z.62 station for the Khlong Yai Branch River Basin, and the Z.11 Station for the Prasae Branch River Basin.

The result from model calibration and validation showed that SWAT model gave a reasonable agreement of the runoff simulation. The statistic that was used to determine the performance of the model is a coefficient of determination (R^2), and the Nash-Sutcliffe efficiency (NSE). The runoff simulation at KGT.3, Z.62 and Z.11 gave a reasonable agreement between runoff and model simulating. And for the prediction of runoff volume from land use data in 2037. It was found that the runoff volume tends to increase due to land use changes from agricultural areas to urban and built-up areas. This was due to the relationship of land use change significantly. resulting in an increased amount of runoff And the increasing of forest area are increasing in runoff too. The results of this study can be applied to predict the runoff in river basin in Eastern Economic Corridor under the future climate and land use change. The result of this project was used as the information for water planning and management in the Eastern Economic Corridor in near future.

Keywords: Bang Pakong River Basin, Khlong Yai Basin, Prasae River Basin, Eastern Economic Corridor, Remote Sensing, Water Management, Land Use Change, CA-Markov Model, SWAT Model

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)	ค
บทคัดย่อ	ช
Abstract	ฅ
สารบัญ	ฎ
สารบัญตาราง	ฒ
สารบัญภาพ	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	4
1.5 กลุ่มเป้าหมาย	4
1.6 ผลสำเร็จ/ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.7 คณะผู้ศึกษา.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่.....	7
2.1.1 ลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออก.....	7
2.1.2 สภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก	8
2.1.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก.....	18
2.1.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา.....	20
2.1.5 ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาและน้ำใต้ดิน.....	23
2.1.6 ลักษณะทางอุทกนิยมนิคมวิทยาและอุทกวิทยา	27
2.2 ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง	31
2.2.1 วัฏจักรของน้ำ.....	31

2.2.2 กระบวนการชะล้างพังทลายและการเกิดตะกอนในแหล่งน้ำ	33
2.2.3 แบบจำลองมาร์คอฟ (Markov's Model)	36
2.2.4 Cellular Automata (CA)	36
2.3 แบบจำลองทางอุทกวิทยา (Soil and Water Assessment Tool)	38
2.3.1 ส่วนประกอบของแบบจำลอง (Model component).....	41
2.3.2 การปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration).....	41
2.3.3 การทดสอบแบบจำลอง.....	42
2.3.4 การใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกแบบจำลอง.....	42
2.3.5 การคำนวณหาปริมาณตะกอน (Sedimentation)	43
2.3.6 การกำหนดค่าพารามิเตอร์	43
2.4 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System).....	47
2.5 การสำรวจระยะไกล	50
2.5.1 กระบวนการก่อนการประมวลผลภาพ (Pre-processing).....	52
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	55
2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ SWAT Model.....	55
2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ CA-Markov.....	57
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	59
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59
3.2 การจำแนกรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน.....	61
3.2.1 การเตรียมข้อมูลดาวเทียม (Data Preparation)	61
3.2.2 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction)	62
3.2.3 การปรับแก้เชิงรังสี (Radiometric correction).....	62
3.2.4 การเน้นความคมชัดข้อมูลภาพ (Image enhancement).....	64
3.2.5 การตัดข้อมูลภาพ (Image extraction).....	66
3.2.6 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image classification)	66

3.2.7 การสำรวจภาคสนาม (Ground Truth)	67
3.3 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน	69
3.3.1 แบบจำลอง Markov เทคนิค Cellular Automata.....	69
3.3.2 แบบจำลองคุณภาพน้ำและประเมิณผล (Soil and Water Modeling for Watershed Water Quality Prediction).....	70
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	88
4.1 การจำแนกรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน	88
4.1.1 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง	88
4.1.2 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่	101
4.1.3 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำประแสร์	112
4.2 ผลการประเมินพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการประมาณปริมาณน้ำท่าโดยแบบจำลอง SWAT.....	124
4.2.1 พารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการประมาณปริมาณน้ำท่าโดยแบบจำลอง SWAT จากการสอบเทียบมาตรฐานแบบจำลอง (Model Calibration)	125
4.3 ผลการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation) ในแบบจำลอง SWAT	126
4.3.1 ผลการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation) ในลุ่มน้ำบางปะกง.....	126
4.3.2 ผลการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation) ในลุ่มน้ำคลองใหญ่.....	130
4.3.3 ผลการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation) ในลุ่มน้ำประแสร์.....	133
4.4 การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง	136
4.4.1 การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT ในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก.....	136
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	139
5.1 สรุปผลการวิจัย	139

5.2 ข้อเสนอแนะงานวิจัยครั้งนี้.....	141
5.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต	141
รายงานสรุปการเงิน.....	142
เอกสารอ้างอิง	144
ภาคผนวก ก.....	151
ภาคผนวก ข.....	171
ประวัตินักวิจัยและคณะ.....	176

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 จังหวัดในกลุ่มน้ำบางปะกง	10
ตารางที่ 2-2 จังหวัดในกลุ่มปราจีนบุรี	11
ตารางที่ 2-3 จังหวัดในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก.....	16
ตารางที่ 2-4 กลุ่มชุดดินในกลุ่มน้ำบางปะกง.....	20
ตารางที่ 2-5 กลุ่มชุดดินในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี.....	21
ตารางที่ 2-6 กลุ่มชุดดินในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก	22
ตารางที่ 2-7 รายละเอียดชั้นหินอุ้มน้ำในกลุ่มน้ำบางปะกง	24
ตารางที่ 2-8 รายละเอียดชั้นหินอุ้มน้ำในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี.....	25
ตารางที่ 2-9 รายละเอียดชั้นหินอุ้มน้ำในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก.....	26
ตารางที่ 2-10 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในระหว่างวันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2540 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ.2561	28
ตารางที่ 2-11 อุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุดเฉลี่ย ในระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2540 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561	29
ตารางที่ 2-12 ความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2540 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561	30
ตารางที่ 2-13 แรงแลมเฉลี่ยในระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2540 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561	30
ตารางที่ 3-1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา	61
ตารางที่ 3-2 รหัส (CODE) การใช้ที่ดินและคำอธิบาย	66
ตารางที่ 3-3 ตำแหน่งที่ทำการสำรวจภาคสนาม	69
ตารางที่ 3-4 ตารางแสดงข้อมูลที่นำเข้าในแบบจำลอง SWAT Model	71
ตารางที่ 3-5 รายละเอียดสถานีวัดลักษณะอากาศในบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	72
ตารางที่ 3-6 รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าในบริเวณพื้นที่ศึกษา	73
ตารางที่ 3-7 สถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์ (Validation) แบบจำลอง.....	87
ตารางที่ 4-1 การใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550	89
ตารางที่ 4-2 การใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2555	91
ตารางที่ 4-3 การใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2560	93

ตารางที่ 4-4 ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560	96
ตารางที่ 4-5 การใช้ที่ดินลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ.2560 เทียบกับ พ.ศ. 2580	98
ตารางที่ 4-6 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกงโดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2560 กับ ปี พ.ศ.2580	100
ตารางที่ 4-7 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2550.....	101
ตารางที่ 4-8 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2555.....	103
ตารางที่ 4-9 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2560.....	105
ตารางที่ 4-10 ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560.....	108
ตารางที่ 4-11 การใช้ที่ดินลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ.2560 เทียบกับ พ.ศ. 2580	110
ตารางที่ 4-12 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำคลองใหญ่โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2560 กับ ปี พ.ศ.2580.....	112
ตารางที่ 4-13 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2550	112
ตารางที่ 4-14 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2555	114
ตารางที่ 4-15 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2560	116
ตารางที่ 4-16 ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560.....	119
ตารางที่ 4-17 การใช้ที่ดินลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ.2560 เทียบกับ พ.ศ. 2580	121
ตารางที่ 4-18 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำประแสร์โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2560 กับ ปี พ.ศ.2580	123
ตารางที่ 4-19 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ใช้สำหรับการปรับเทียบในแบบจำลอง SWAT.....	124
ตารางที่ 4-20 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์.....	125
ตารางที่ 4-21 ผลการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองลุ่มน้ำบางปะกง	127
ตารางที่ 4-22 ผลการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองลุ่มน้ำคลองใหญ่	130
ตารางที่ 4-23 ผลการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองลุ่มน้ำประแสร์	133
ตารางที่ 4-24 ปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2550 2555 และ 2560.....	137

ตารางที่ 4-25 ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง โดยทำการ เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560	138
--	-----

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2-1 ภาพแสดงลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	7
ภาพที่ 2-2 ภาพแสดงขอบเขตของกลุ่มน้ำบางปะกง	13
ภาพที่ 2-3 ภาพแสดงขอบเขตของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	17
ภาพที่ 2-4 การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	19
ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	60
ภาพที่ 3-2 ภาพแสดงตำแหน่งที่ทำการสำรวจภาคสนาม	68
ภาพที่ 3-3 ภาพแสดงหน้าตาการแบ่งขอบเขตกลุ่มน้ำย่อยในโปรแกรม SWAT	75
ภาพที่ 3-4 การแบ่งขอบเขตกลุ่มน้ำบางปะกง และกำหนดจุดตรวจวัดโดยโปรแกรม SWAT	76
ภาพที่ 3-5 การแบ่งขอบเขตกลุ่มน้ำคลองใหญ่ และกำหนดจุดตรวจวัดโดยโปรแกรม SWAT	77
ภาพที่ 3-6 การแบ่งขอบเขตกลุ่มน้ำประแสร์ และกำหนดจุดตรวจวัดโดยโปรแกรม SWAT	78
ภาพที่ 3-7 ภาพแสดงการกำหนดข้อมูลการใช้ที่ดินสำหรับนำเข้าแบบจำลอง	79
ภาพที่ 3-8 ภาพแสดงการกำหนดข้อมูลชุดดินสำหรับนำเข้าแบบจำลอง	80
ภาพที่ 3-9 ภาพแสดงการกำหนดข้อมูลความลาดชันสำหรับนำเข้าแบบจำลอง	81
ภาพที่ 3-10 ภาพแสดงการกำหนดร้อยละความสัมพันธ์ของหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาในแบบจำลอง SWAT	82
ภาพที่ 3-11 ภาพแสดงการเตรียมข้อมูลปริมาณน้ำฝนในรูปแบบของตาราง (.dbf)	83
ภาพที่ 3-12 ภาพแสดงการเตรียมข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด ในรูปแบบของตาราง (.dbf)	84
ภาพที่ 3-13 ภาพแสดงการเตรียมข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในรูปแบบของตาราง (.dbf)	85
ภาพที่ 3-14 ภาพแสดงการเตรียมข้อมูลความเร็วลมในรูปแบบของตาราง (.dbf)	86
ภาพที่ 4-1 แผนที่การใช้ที่ดินกลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550	90
ภาพที่ 4-2 แผนที่การใช้ที่ดินกลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2555	92
ภาพที่ 4-3 แผนที่การใช้ที่ดินกลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2560	94
ภาพที่ 4-4 การใช้ที่ดินในพื้นที่กลุ่มน้ำบางปะกง ปี พ.ศ.2550, 2555 และ 2560	96
ภาพที่ 4-5 แผนที่การใช้ที่ดินกลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ.2580	99
ภาพที่ 4-6 แผนที่การใช้ที่ดินกลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2550	102
ภาพที่ 4-7 แผนที่การใช้ที่ดินกลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2555	104
ภาพที่ 4-8 แผนที่การใช้ที่ดินกลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2560	106

ภาพที่ 4-9 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี ปี พ.ศ.2555, 2557 และ 2562.....	108
ภาพที่ 4-10 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ.2580.....	111
ภาพที่ 4-11 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2550.....	113
ภาพที่ 4-12 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2555.....	115
ภาพที่ 4-13 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2560.....	117
ภาพที่ 4-14 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี ปี พ.ศ.2550, 2555 และ 2560.....	119
ภาพที่ 4-15 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ.2580	122
ภาพที่ 4-16 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการปรับเทียบแบบจำลองในลุ่มน้ำบางปะกง	128
ภาพที่ 4-17 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการตรวจพิสูจน์แบบจำลองในลุ่มน้ำบางปะกง	128
ภาพที่ 4-18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกง จากสถานีตรวจวัดและจาก แบบจำลอง โดย ก) จากการปรับเทียบแบบจำลอง และ ข) จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง	129
ภาพที่ 4-19 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองในลุ่มน้ำคลองใหญ่	131
ภาพที่ 4-20 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการตรวจพิสูจน์แบบจำลองในลุ่มน้ำคลองใหญ่	131
ภาพที่ 4-21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำคลองใหญ่ จากสถานีตรวจวัดและจาก แบบจำลอง โดย ก) จากการปรับเทียบแบบจำลอง และ ข) จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง	132
ภาพที่ 4-22 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองในลุ่มน้ำประแสร์	134
ภาพที่ 4-23 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการตรวจพิสูจน์แบบจำลองในลุ่มน้ำประแสร์.....	134
ภาพที่ 4-24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำประแสร์ จากสถานีตรวจวัดและจาก แบบจำลอง โดย ก) จากการปรับเทียบแบบจำลอง และ ข) จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง	135

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกหรืออีอีซี (Eastern Economic Corridor) เป็นแผนยุทธศาสตร์ภายใต้ไทยแลนด์ 4.0 ว่าด้วยการพัฒนาเศรษฐกิจเชิงพื้นที่ที่ต่อยอดความสำเร็จมาจากโครงการพัฒนาพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกหรือ Eastern Seaboard โดยมีเป้าหมายหลักในการส่งเสริมการลงทุนซึ่งจะเป็นการยกระดับอุตสาหกรรมของประเทศเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและทำให้เศรษฐกิจของไทยเติบโตได้ในระยะยาว โดยในระยะแรกจะเป็นการยกระดับพื้นที่ในเขต 3 จังหวัดคือ ชลบุรี ระยอง และฉะเชิงเทรา ให้เป็นพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกเพื่อรองรับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

อนึ่งเขตพื้นที่ทั้ง 3 นั้น ถือเป็นเขตอุตสาหกรรมที่สำคัญระดับต้นๆของประเทศ ซึ่งจะดำเนินการภายใต้แผนภาพรวมเพื่อการพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก แผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบสาธารณูปโภคแผนการดำเนินงาน และแผนการให้บริการภาครัฐแบบเบ็ดเสร็จครบวงจร โดยครอบคลุมการพัฒนาทั้งทางด้านโครงสร้างพื้นฐาน การประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม และศูนย์กลางนวัตกรรม การท่องเที่ยวการสร้างเมืองใหม่และชุมชน เพื่อยกระดับประเทศไทยเป็นศูนย์กลางด้านการบิน ศูนย์กลางด้านการขนส่ง ศูนย์กลางด้านการค้าขาย ศูนย์กลางด้านการผลิตขั้นสูง ศูนย์กลางด้านการท่องเที่ยว ศูนย์กลางด้านนวัตกรรม ศูนย์กลางด้านธุรกิจระดับโลก และมหานครแห่งอนาคต

ในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษ 3 จังหวัด ยังมีปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยพบว่า ปัจจุบันทรัพยากรน้ำผิวดินและคุณภาพน้ำผิวดินมีปัญหาเสื่อมโทรม ขณะที่ทรัพยากรน้ำบาดาล พบการรุกรานของน้ำทะเลและมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก ส่วนทรัพยากรน้ำทะเลชายฝั่ง มีน้ำคุณภาพดีเพียงร้อยละ 47 เกือบครึ่งหนึ่งมีน้ำที่เสื่อมโทรมร้อยละ 13 เสื่อมโทรมมากร้อยละ 2 ที่ต้องหาทางแก้ไขทันที เพื่อให้คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ส่วนการจัดการน้ำเสียชุมชนในพื้นที่ที่มีปริมาณที่สามารถบำบัดได้เพียง 45.13% ขณะที่ปริมาณน้ำเสียที่ไม่เข้าระบบบำบัดถึง 54.87% ดังนั้น เมื่อทำคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำเสียชุมชนปี 2559 ไปถึงปี 2580 ชัดเจนว่า หากมี EEC ใน 20 ปีข้างหน้า จะกลายเป็นปัญหาระยะยาวที่เกิดขึ้น ดังนั้น ในอนาคตจะมีการก่อสร้างโครงการต่าง ๆ เช่น รถไฟความเร็วสูง และโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก ทำให้มีประชากรเพิ่มขึ้นดังนั้น จึงต้องมีการวางแผนและเตรียมการรองรับ เพื่อวางแผนรับมือในอนาคต

อย่างไรก็ตามการได้ประโยชน์จากด้านหนึ่งอาจนำมาซึ่งการเสียประโยชน์ในอีกด้านหนึ่ง ในกรณีนี้ ความเจริญและการขยายของเมืองอาจนำมาซึ่งปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการที่

ประชาชนมีรายได้ที่เพิ่มขึ้นแต่ปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากมลพิษที่เกิดขึ้นอาจนำมาซึ่งปัญหาสุขภาพที่แย่ลง ความท้าทายดังกล่าวข้างต้นทำให้รัฐบาลได้ตระหนักและเตรียมความพร้อมในการรับมือและป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยในยุทธศาสตร์ที่ 9 ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาภาคตะวันออกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) มีวาระที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนแผนบูรณาการน้ำ เพื่อสร้างความมั่นคงด้านน้ำเพื่อสนับสนุน EEC ซึ่งในแผนนี้ได้บรรจุเรื่องการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ การรักษาระบบนิเวศในลุ่มน้ำไว้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของพื้นที่ EEC โดยการใช้เทคโนโลยีทางภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินพื้นที่ในระบบลุ่มน้ำของจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรีและระยอง ผลที่ได้จากการศึกษานี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบายของจังหวัดข้างต้นรวมทั้งเป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อประกอบการวางแผนการพัฒนาพื้นที่และจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อจำแนกและคาดการณ์การใช้ที่ดิน (Land Used Classification and Prediction) ในลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก
2. เพื่อสร้างแบบจำลอง (Modeling) และคาดการณ์คุณภาพน้ำผิวดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยใช้การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing & GIS) ในลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

1.3 ขอบเขตการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีขอบเขตของการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ในการประเมินการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560 และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่าง พ.ศ. 2550-2560 และการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ. 2580 ด้วยแบบจำลอง CA-Markov จะทำการวิเคราะห์ตามรหัสการใช้ประโยชน์ที่ดินของแบบจำลอง SWAT จากฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน
2. ในการกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในแบบจำลอง SWAT ของพื้นที่ศึกษา จะพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้รับในขั้นตอนการเทียบมาตรฐาน (Calibration) โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination, R^2) และค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (Coefficient of efficiency) ของ Nash and Sutcliffe (1970) ซึ่งคำนวณจากข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้รับจากแบบจำลอง SWAT และข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากสถานีตรวจวัดน้ำ และนำพารามิเตอร์ที่ได้รับไปใช้ทดสอบความสมเหตุสมผล (Validation) ของแบบจำลอง

3. ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบมาตรฐานและการทดสอบความสมเหตุสมผล เป็นข้อมูลอัตราการไหลของน้ำท่ารายวัน (m^3/s) ที่สถานีตรวจวัดน้ำท่า KGT.3 สำหรับลุ่มน้ำบางปะกง, Z.62 สำหรับลุ่มน้ำคลองใหญ่ และ Z.11 สำหรับลุ่มน้ำประแสร์

4. ข้อมูลอุตุวิทยามาใช้ในการประมาณปริมาณน้ำท่าโดยแบบจำลอง SWAT ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ แสงแดด ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่างพ.ศ. 2540-2561 จากสถานีตรวจวัด 15 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

5. ใช้ฐานข้อมูลสำรวจระยะไกลจากภาพถ่ายทางอากาศจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรรายละเอียดปานกลาง โดยข้อมูลย้อนหลังในอดีตดำเนินการคัดเลือกจากดาวเทียม Landsat Series และในปัจจุบันจะใช้ดาวเทียม Landsat Series (8 OLI/TIR) และใช้ภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูง (Very High Resolution Data) ที่ผลิตจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV) ร่วมเก็บข้อมูลพื้นที่เฉพาะเจาะจง (Spotlight)

6. สำรวจพื้นที่เดียวกันกับชุดโครงการนี้ คือโครงการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักและโครงการศึกษา metagenomics ในจุลินทรีย์ หลังจากนั้นจัดสร้างแผนที่ของพื้นที่อยู่ในพื้นที่ระบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ที่ครอบคลุมพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ใน 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ตัวแทนช่วงฤดูแล้ง (หน้าหนาว ธ.ค. – ก.พ. และหน้าร้อน มี.ค. – มิ.ย.) และช่วงฤดูฝน (ก.ค. – ต.ค.) รวมทั้งนำข้อมูลที่ได้จากทั้งสองโครงการจากชุดโครงการเดียวกันมาสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์เชิงพื้นที่โดยใช้แบบจำลองมาคอร์ฟเซลลูลาร์อัตโนมัติ (CA-Markov and SWAT (Soil and Water Analysis Tool)) เพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำ

7. จัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) โดยการกำหนดลักษณะข้อมูลจากการจำแนกในข้อ 6 ทำการออกแบบฐานข้อมูลเชื่อมโยงในรูปแบบของฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ และทำการสร้างฐานข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์ (Vector) และแรสเตอร์ (Raster)

8. เผยแพร่ข้อมูลที่ได้ศึกษาให้แก่หน่วยงานต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น การปกครองส่วนภูมิภาค (ผ่านผู้ว่าราชการจังหวัด) สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 ชลบุรี (ผ่านผู้อำนวยการสำนักงานฯ) และศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 6 ชลบุรี (ผ่านผู้อำนวยการศูนย์ฯ) รวมทั้งการตีพิมพ์ผลงานวิจัยเพื่อเผยแพร่ความรู้ออกไปในวงกว้างอีกด้วย

1.4 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

สำหรับแนวคิดการดำเนินงานวิจัยของโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (Space Technology & Geoinformatics) เพื่อใช้ในการวางแผนเชิงนโยบาย สำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.5 กลุ่มเป้าหมาย

มุ่งเน้นการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยไปสู่หน่วยงานภาครัฐต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการวางแผนระดับนโยบาย สำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่

1) การปกครองระบบภูมิภาคจังหวัดชลบุรี (ผ่านผู้ว่าราชการจังหวัด) ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการส่งเสริมและการบริหารงานของจังหวัดชลบุรีให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาภาคตะวันออกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560–2564) และใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงที่มีงานวิจัยมารองรับเพื่อทำให้เกิดการพัฒนาเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืนทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมต่อไป

2) สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 ชลบุรี (ผ่านผู้อำนวยการฯ สำนักงาน) สามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในเรื่องการคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินความเสี่ยงและแจ้งเตือนภัยด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ต่อชุมชน

1.6 ผลสำเร็จ/ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบจำลองคาดการณ์คุณภาพน้ำผิวดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่บริเวณเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก รวมทั้งคาดการณ์คุณภาพน้ำผิวดินในลุ่มน้ำภาคตะวันออกโดยเฉพาะในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรีและระยองซึ่งเป็นพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกที่สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่และฤดูกาล

2. ผลงานวิจัยที่ได้จะถูกนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น

- เป็นข้อมูลประกอบการส่งเสริมและการบริหารงานของจังหวัดชลบุรีให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาภาคตะวันออกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560–2564) และใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงที่มีงานวิจัยมารองรับเพื่อทำให้เกิดการพัฒนาเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืนทั้งทางด้าน เศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมต่อไป

- ข้อมูลอ้างอิงในเรื่องการพัฒนาและวิจัยเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของระเบียบเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินความเสี่ยงและแจ้งเตือนภัยด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ต่อชุมชน

3. จะมีผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารระดับประเทศและ/หรือวารสารนานาชาติ ที่มี impact factor อย่างน้อย 1 เรื่อง

4. จะนำเสนองานวิจัยดังกล่าวในงานประชุมระดับชาติ และนานาชาติ เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยนี้ สู่สาธารณะให้แก่ผู้สนใจ และให้เป็นประโยชน์ทั้งต่อหน่วยงานภาครัฐ และ/หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่มีหน้าที่ตรวจสอบ

5. ได้ผลิตนักวิจัยรุ่นใหม่อย่างน้อยจำนวน 2 คน:

1) นายปิยพงษ์ แก้วนิล Master program in Geoinformatics (SCGI) :

Faculty of Geoinformatics, Burapha University

2) นางสาววิษญาดา ประเสริฐศรี Master program in Geoinformatics (SCGI)

: Faculty of Geoinformatics, Burapha University

1.7 คณะผู้ศึกษา

รายนามคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

อ.ดร.กฤษณันัน เจริญจิตร

ความเชี่ยวชาญ

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผู้ร่วมวิจัย

อ.ดร.จันทิมา

ปิยะพงษ์

นิเวศวิทยาและพฤติกรรม

อ.ดร.ปัทมา

พอดี

การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์, การสำรวจระยะไกล, ข้อมูลดาวเทียม Optical & SAR ข้อมูลดาวเทียมเพื่อการจัดการเชิงพื้นที่

นายปรีชา

บุญขาว

เทคโนโลยีภูมิศาสตร์

Prof.Dr.Marco	Ciolti	ระบบนิเวศวิทยา การวางแผนและการจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติ
Dr.Clara	Tattoni	การประยุกต์ใช้ GIS ในการจัดการสัตว์ป่า ป่าไม้และ นิเวศวิทยา
ผู้ช่วยนักวิจัย		วุฒิการศึกษา
นางสาววิษณุดา	ประเสริฐศรี	M.Eng. in Photogrammetry and Remote Sensing, Wuhan University

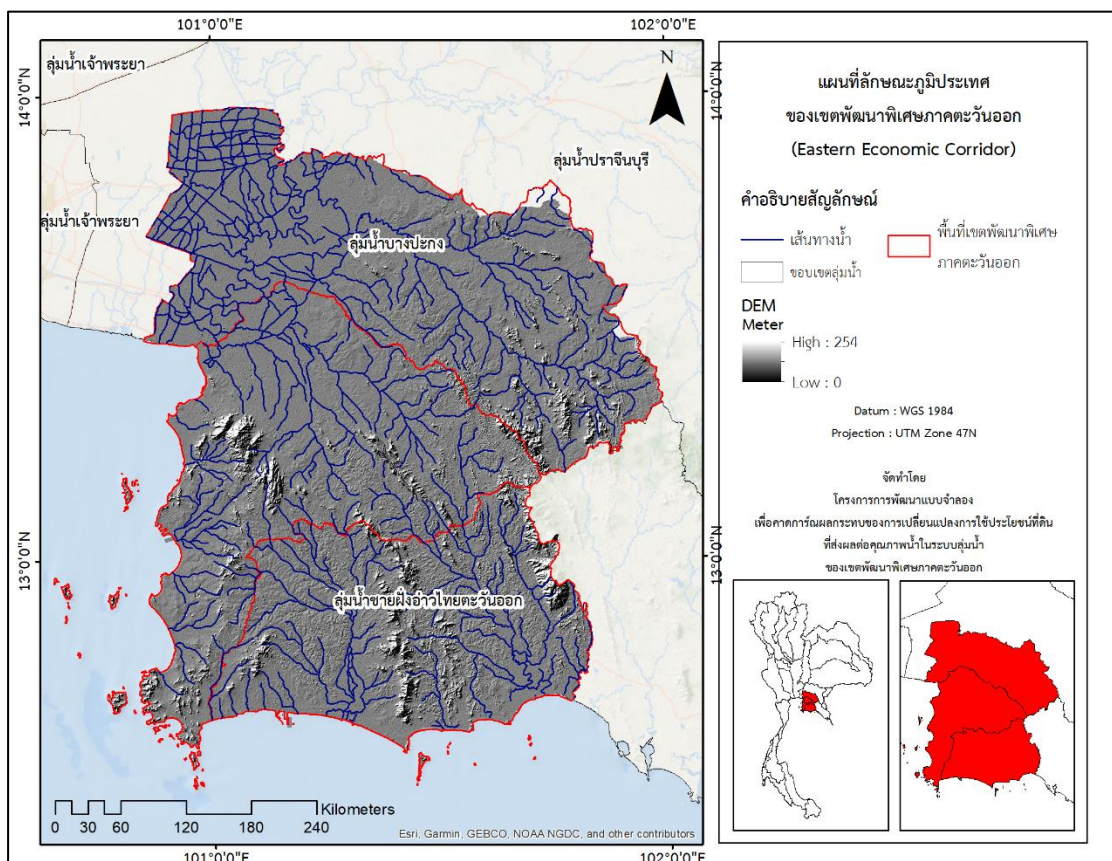
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่

2.1.1 ลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออก

ภาคตะวันออกมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงสลับกับภูเขาสูงเตี้ย ๆ มีชายฝั่งทะเลที่เรียบยาวและโค้งเว้า มีทิวเขาจันทบุรีอยู่ทางด้านชายฝั่งทะเลตะวันออก ทอดตัวไปทางด้านทิศตะวันตก จรดกับทิวเขาบรรทัด ซึ่งเป็นทิวเขาที่เป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างประเทศไทยกับประเทศกัมพูชา และมีแม่น้ำสายสำคัญอยู่หลายสาย ที่ไหลลงสู่อ่าวไทยได้แก่ แม่น้ำระยอง แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำประแสร์ แม่น้ำตราด แม่น้ำบางปะกง มีจังหวัดทั้งหมด 7 จังหวัด ได้แก่ จันทบุรี , ชลบุรี , ตราด , ระยอง , ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี , จังหวัดสระแก้ว



ภาพที่ 2-1 ภาพแสดงลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออก

2.1.2 สภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

2.1.2.1 กลุ่มน้ำบางปะกง

เป็นกลุ่มน้ำสำคัญในภาคตะวันออกของประเทศ มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 10,707.48 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุม 11 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี นครนายก นครราชสีมา ปทุมธานี ปราจีนบุรี สมุทรปราการ สระแก้ว และสระบุรี ตั้งอยู่ระหว่างเส้นเส้นละติจูด $13^{\circ} 09'$ ถึง $14^{\circ} 32'$ เหนือ และลองจิจูด $100^{\circ} 52'$ ถึง $102^{\circ} 0'$ ตะวันออก โดยมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับลุ่มน้ำป่าสักและลุ่มน้ำมูล
ทิศใต้	ติดกับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก
ทิศตะวันออก	ติดกับลุ่มน้ำปราจีนบุรี
ทิศตะวันตก	ติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยาและอ่าวไทย

สภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำบางปะกงพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ทางเหนือจะมีเทือกเขาสูงซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำนครนายก ส่วนทางตอนใต้และทางตะวันออกเฉียงใต้ของกลุ่มน้ำมีเทือกเขาซึ่งเป็นแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา และจังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขาต่าง ๆ ได้แก่ คลองใหญ่ คลองหลวง และคลองท่าลาด โดยแม่น้ำนครนายกมีทิศทางการไหลจากทิศเหนือลงมาทางทิศใต้และมาบรรจบกับแม่น้ำปราจีนบุรีซึ่งไหลเข้ามาทางฝั่งซ้ายที่บริเวณเหนืออำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อนจะไหลลงทางใต้ผ่านที่ราบต่ำในเขตอำเภอบางคล้า และอำเภอมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อนจะไหลลงอ่าวไทยที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา สำหรับพื้นที่ครอบคลุมของกลุ่มน้ำบางปะกงในเขตจังหวัดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2-1

ลำน้ำสาขาของที่สำคัญของแม่น้ำบางปะกงประกอบด้วย แม่น้ำนครนายกที่อยู่ทางทิศเหนือ คลองใหญ่ คลองหลวง และคลองท่าลาด (รวมคลองระบมและคลองสียัด) ซึ่งไหลลงมาจากเทือกเขาทางตอนใต้ของกลุ่มน้ำ และยังมีแม่น้ำปราจีนบุรีซึ่งถูกจัดเป็นลุ่มน้ำประธานลุ่มน้ำหนึ่งก็เป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำบางปะกงด้วย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แม่น้ำบางปะกง เกิดจากการรวมตัวกันของแม่น้ำนครนายกกับแม่น้ำปราจีนบุรีที่ไหลมาบรรจบกัน ที่บริเวณตำบลบางแตน อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดฉะเชิงเทรา ไหลผ่านมาจากทิศเหนือผ่านที่ราบต่ำ ตอนกลางและไหลผ่านตอนล่างลงสู่ทิศใต้และออกสู่อ่าวไทยที่ตำบลปากน้ำอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำนครนายกและคลองท่าลาด

2. แม่น้ำนครนายก มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้แก่ เขาสูง เขาแก้ว เขาสามยอด และเขาเขียว แม่น้ำนครนายกไหลผ่านเขตอำเภอเมืองนครนายก เขตอำเภอบ้านนา และเขตอำเภอองครักษ์ไปบรรจบกับแม่น้ำบางปะกงที่อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี เรียกว่า “ปากน้ำโยธกา” ความยาวประมาณ 130 กิโลเมตร ส่วนลำน้ำย่อยที่สำคัญได้แก่ คลองนางรอง คลองวังตะไคร้คลองแม่น้ำบาง ปลาгод คลองโบท คลองจุมกกลาง คลองเหมือง คลองสาริกา คลองห้วยทราย และคลองบ้านนา

3. ลำน้ำสาขาคลองท่าลาด มีต้นกำเนิดจากการรวมตัวกันของคลองระบมและคลองสียัด และไหลออกสู่แม่น้ำบางปะกงที่บริเวณตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา มีฝ่ายที่สำคัญ ได้แก่ ฝ่ายคลองท่าลาด

การแบ่งลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำบางปะกง ได้กำหนดตามผลการศึกษาของโครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบสถานีอุทกวิทยา 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ของกรมทรัพยากรน้ำ โดยพิจารณาหลักเกณฑ์การแบ่ง ขอบเขตลุ่มน้ำสาขา การเรียกชื่อลุ่มน้ำ ลำน้ำ และการกำหนดรหัสลุ่มน้ำ โดยยึดถือ “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำ สาขา” ของคณะกรรมการศูนย์ข้อมูลสารสนเทศอุทกวิทยา (น้ำผิวดิน) ภายใต้คณะกรรมการอุทกวิทยา แห่งชาติ (ปัจจุบันได้รวมอยู่ในกรมทรัพยากรน้ำ) ซึ่งปรากฏอยู่ในรายงานผลการวิจัยเรื่อง ทะเบียนประวัติและแผนที่แสดงตำแหน่งสถานีอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทย (กุมภาพันธ์ 2539) เป็นแนวทางในการดำเนินงาน และได้ทำการปรับเปลี่ยนหลักเกณฑ์บางประการให้ชัดเจนและสมบูรณ์ขึ้น โดยมีการนำข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาพิจารณาร่วม ได้แก่ แผนที่การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำของหน่วยงานต่างๆ ในระบบ GIS รายงานการศึกษา แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ชลประทาน แนวคันกั้นน้ำท่วม และการสำรวจสนามในบางพื้นที่ รวมทั้งได้ใช้แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ชุดปัจจุบันจากกรมแผนที่ทหารมาใช้ในการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ ซึ่งแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงออกเป็น 4 ลุ่มน้ำสาขา ดังนี้

1. ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก (1602)
2. ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด (1603)
3. ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง (1604)
4. ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง (1605)

ตารางที่ 2-1 จังหวัดในกลุ่มน้ำบางปะกง

จังหวัด	พื้นที่จังหวัด (ตร.กม.)	พื้นที่ในเขตลุ่มน้ำ บางปะกง (ตร.กม.) (ไร่)		ร้อยละของ พื้นที่จังหวัด	ร้อยละของ พื้นที่ในกลุ่ม น้ำบางปะกง
กรุงเทพมหานคร	1,573.52	445.27	278,292	28.3	4.16
จันทบุรี	6,370.03	1.21	756	0.02	0.01
ฉะเชิงเทรา	5,167.35	4,995.84	3,122,402	96.68	46.66
ชลบุรี	4,463.04	2,104.95	1,315,593	47.16	19.66
นครนายก	2,141.67	1,804.37	1,127,733	84.25	16.85
นครราชสีมา	20,787.92	0.13	79	0.002	0.001
ปทุมธานี	1,517.06	351.34	219,591	23.16	3.28
ปราจีนบุรี	5,005.25	285.13	178,209	5.7	2.66
สมุทรปราการ	953.86	533.81	333,628	55.96	4.99
สระแก้ว	6,891.57	0.12	76	0.002	0.001
สระบุรี	3,492.18	185.31	115,816	5.31	1.73
จันทบุรี	6370.03	538.06	336286		
รวม		10,707.48	6,692,176		12.66

2.1.2.2 ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย พื้นที่ส่วนใหญ่ครอบคลุมจังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดสระแก้ว มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 9,651.38 ตารางกิโลเมตร ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวอยู่ในแนวทิศ ตะวันออก-ตะวันตก อยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 13° 02' เหนือถึง 14° 28' เหนือและอยู่ ระหว่างเส้น ลองติจูดที่ 101° 10' ถึง 102° 33' ตะวันออก มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับลุ่มน้ำมูล
 ทิศใต้และทิศตะวันตก ติดกับลุ่มน้ำบางปะกง
 ทิศตะวันออก ติดกับลุ่มน้ำโดนเลสาป

พื้นที่ต้นน้ำมีต้นกำเนิดจากทิวเขาชันกำแพง ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือและทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ลุ่มน้ำ ทางตอนใต้มีเนินเขา เขาเตี้ย และมีเทือกเขาติดต่อกันไม่ยวมนัก นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ราบระหว่างแม่น้ำ และพื้นที่ราบด้านตะวันตกของลุ่มน้ำ แม่น้ำสาย หลักในลุ่มน้ำ ได้แก่ แม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งเป็นน้ำสาขาของแม่น้ำบางปะกง เกิดจากการไหลมาบรรจบ

กันของแม่น้ำ 2 สาย คือ แม่น้ำหनुมาน และแม่น้ำพระปรง แม่น้ำปราจีนบุรีจะไหลไปบรรจบกับแม่น้ำนครนายกที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา กลายเป็นแม่น้ำบางปะกง แล้วไหลลงอ่าวไทย สำหรับพื้นที่ครอบคลุมของกลุ่มน้ำปราจีนบุรีในเขตจังหวัดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2-2

ลำน้ำสาขาของแม่น้ำพระปรง ได้แก่ คลองพระปรง คลองปะตง คลองพระสทิง และห้วยไคร้ ส่วนลำน้ำสาขาของแม่น้ำหनुมาน ได้แก่ ห้วยโสมง และลำพระยาธาร ทางด้านท้ายน้ำมีลำน้ำสาขาที่สำคัญ คือ คลองประจันตคาม ห้วยเกษียร คลองหนองแก้ว และคลองยาง

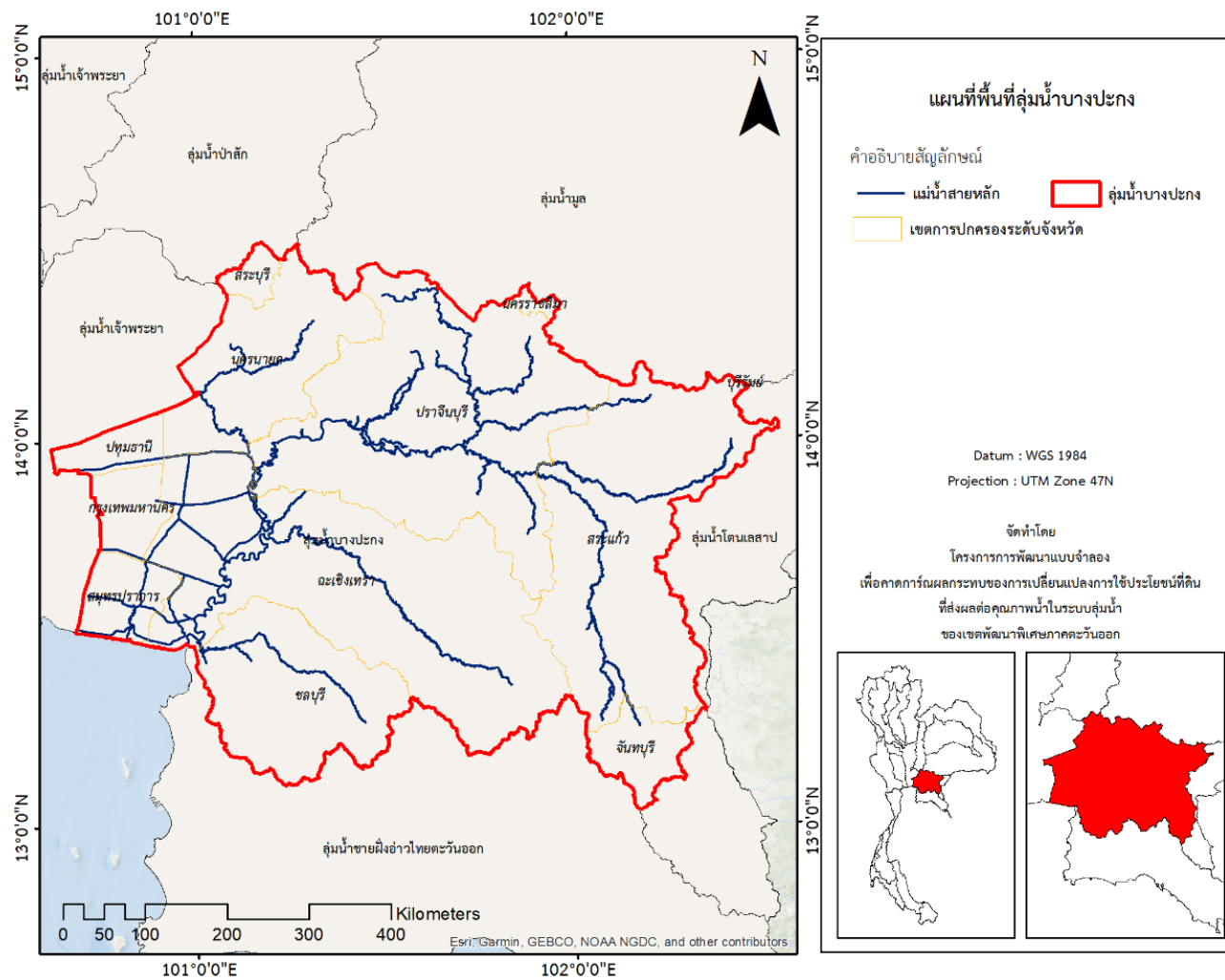
กลุ่มน้ำปราจีนบุรี มีลำน้ำสายหลัก คือ แม่น้ำปราจีนบุรี และลำน้ำสาขาคลองพระสทิง ลำน้ำสาขาคลองพระปรง และลำน้ำสาขาแม่น้ำหनुมาน ลำน้ำสายหลัก แม่น้ำปราจีนบุรี เกิดจากการรวมตัวกันของแม่น้ำพระปรงกับแม่น้ำหनुมาน ที่บ้านตลาดใหม่ อำเภอกบินทร์บุรี โดยจะไหลไปทางทิศตะวันตกของอำเภอกบินทร์บุรีผ่านอำเภอสรีมหาโพธิ์ อำเภอประจันตคาม อำเภอเมืองปราจีนบุรี และอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งแบ่งพื้นที่กลุ่มน้ำปราจีนออกเป็น 4 กลุ่มน้ำสาขา ดังนี้

1. กลุ่มน้ำสาขาคลองพระสทิง (1502)
2. กลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำพระปรง (1503)
3. กลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำหनुมาน (1504)
4. กลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรีตอนล่าง (1505)

ตารางที่ 2-2 จังหวัดในกลุ่มปราจีนบุรี

จังหวัด	พื้นที่ จังหวัด (ตร.กม.)	พื้นที่ในเขตกลุ่มน้ำ ปราจีนบุรี		ร้อยละของ พื้นที่จังหวัด	ร้อยละของ พื้นที่ในกลุ่ม น้ำบางปะกง
		(ตร.กม.)	(ไร่)		
นครราชสีมา	20,787.92	71.43	44,641	0.34	0.74
บุรีรัมย์	10,085.79	0.07	42	0.01	0.01
นครนายก	2,141.67	83.12	51,952	3.88	0.86
ปราจีนบุรี	5,005.25	4,715.39	2,947,117	94.21	48.86
ฉะเชิงเทรา	5,167.35	163.62	102,262	3.17	1.70
สระแก้ว	6,891.57	4,079.70	2,549,813	59.20	42.27
จันทบุรี	6,370.03	538.06	336,286	8.45	5.57
รวม		9,651.38	6,032,112		100.00

เนื่องด้วย พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 บัญญัติให้กำหนดลุ่มน้ำเพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการน้ำ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) จึงร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ศึกษาทบทวนการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำใหม่ ผลการศึกษาสรุปให้ปรับปรุง 25 ลุ่มน้ำเดิมเหลือ 22 ลุ่มน้ำ ประกอบด้วย ลุ่มน้ำสาละวิน ลุ่มน้ำโขงเหนือ ลุ่มน้ำโขงตะวันออกเฉียงเหนือ ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำมูล ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำสะแกกรัง ลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำโตนเลสาบ ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ลุ่มน้ำชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบน ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ลุ่มน้ำภาคใต้ตะวันออกตอนล่าง และลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก จาก 25 ลุ่มน้ำหลักเดิม เหลือ 22 ลุ่มน้ำหลักใหม่ โดยคำนึงถึงสภาพอุทกวิทยา สภาพภูมิศาสตร์ ระบบนิเวศ การตั้งถิ่นฐาน การจัดผังเมือง ผังน้ำ และเขตการปกครองประกอบกัน ทำให้ปัจจุบัน ลุ่มน้ำปราจีนบุรีถูกรวมกับลุ่มน้ำบางปะกง ดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ภาพแสดงขอบเขตของลุ่มน้ำบางปะกง

2.1.2.3 กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 13,095.80 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุม 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว และตราด อยู่ระหว่างละติจูดที่ $11^{\circ} 21'$ ถึง $13^{\circ} 55'$ เหนือ และอยู่ระหว่างลองจิจูดที่ $100^{\circ} 50'$ ถึง $102^{\circ} 55'$ ตะวันออก โดยมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำปราจีนบุรี และลุ่มน้ำโดนเลสาบ

ทิศใต้และทิศตะวันตก ติดกับอ่าวไทย

ทิศตะวันออก ติดกับประเทศกัมพูชา

ลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกส่วนใหญ่เป็นแนวเทือกเขามักจะทอดตัวอยู่ตามแนวเหนือ – ใต้สลับกับที่ราบและมีแนวเขาทอดยาวตลอดแนวทางฝั่งตะวันออกของกลุ่มน้ำ จากตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำลงมาจะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลแคบๆ บางช่วงชายฝั่งทะเลจะมีลักษณะเว้าแหว่ง บางแห่งเป็นปาก แม่น้ำและมีป่าชายเลน บางแห่งเป็นหาดทรายสวยงามซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ เช่น หาดบางแสน หาดจอมเทียน และหาดพัทยา ในจังหวัดชลบุรี ส่วนพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดชลบุรีและตอนบนของจังหวัดระยอง จะเป็นที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา ก่อนจะเข้าเขตเทือกเขาทางด้านตะวันออกสุดของกลุ่มน้ำ สำหรับสภาพภูมิประเทศของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกดังแสดงในภาพที่ 2-3 สำหรับพื้นที่ครอบคลุมของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในเขตจังหวัดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2-3

นอกจากนี้กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ยังมีส่วนที่เป็นเกาะ ซึ่งประกอบด้วยหมู่เกาะต่าง ๆ มากกว่า 50 เกาะ อยู่ห่างจากชายฝั่ง ตั้งแต่ 2-40 กม. เกาะที่สำคัญ ๆ ได้แก่ เกาะเสม็ดใน จังหวัดระยอง เกาะช้างและเกาะกูดในจังหวัดตราด เกาะสีชัง และเกาะล้านในจังหวัดชลบุรี เป็นต้น พื้นที่ทางทิศเหนือส่วนใหญ่เป็นแนวเทือกเขา ที่ราบส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณริมฝั่งลำน้ำและที่ราบริมฝั่งทะเลอ่าวไทยทางทิศใต้และทิศตะวันตก โดยมีลำน้ำสายสำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งมีทิศทางการไหลจากทิศเหนือลงมาออกทะเลอ่าวไทยทางทิศใต้ได้แก่ คลองใหญ่ แม่น้ำประแสร์ คลองวังโดนด แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำตราด ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจากลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถแบ่งพื้นที่ได้เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1. ที่ราบชายฝั่งทะเลและที่ราบลุ่มแม่น้ำ เริ่มต้นจากที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและบางปะกง ขนานไปกับฝั่งทะเลไปยังจังหวัดระยอง มีลักษณะเป็นที่ราบแคบ ๆ ชายฝั่งทะเลเกิดจากตะกอนน้ำเค็มและน้ำ กร่อยและตะกอนจากแม่น้ำ มีภูเขาลูกเล็ก ๆ สลับอยู่บางตอน ชายฝั่งทะเลมีลักษณะเว้าแหว่ง บางแห่งเป็นปาก แม่น้ำหรือที่ลุ่มน้ำทะเลท่วมถึง มีป่าชายเลนหรือป่าโกงกางขึ้น เช่นที่บริเวณปากแม่น้ำระยองและแม่น้ำประแสร์ บางแห่งเป็นหาดทรายที่สวยงาม อาทิเช่น หาดบาง

แสน หาดพิทยา และหาดนาจอมเทียน ในจังหวัดชลบุรี หาดแม่รำพึง หาดบ้านเพ และหาดแม่พิมพ์ใน จังหวัดระยอง

2. ที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา เป็นส่วนที่อยู่สูงถัดจากที่ราบลุ่มแม่น้ำและที่ราบชายฝั่ง ทะเลขึ้นไป เป็นที่ราบลูกคลื่นและเนินเขาเตี้ยๆ สลับกัน ได้แก่ พื้นที่ด้านทิศตะวันออกของจังหวัด ชลบุรีและตอนบนของ จังหวัดระยอง ก่อนที่จะถึงบริเวณภูเขาสูงชัน

3. ที่สูงชันและภูเขา เป็นเขตที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 200 เมตรขึ้นไป ครอบคลุม อาณาบริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษา มักจะทอดตัวในแนวเหนือใต้สลับกับที่ราบ ยอดเขา ที่สูง ได้แก่ เขาสอยดาวได้มีความสูงประมาณ 1,600 เมตร ภูเขาส่วนใหญ่เป็นภูเขาหินแกรนิต หิน ดาดโซฟีไลต์และหินปูน

4. เกาะต่าง ๆ ประกอบด้วยเกาะใหญ่น้อย อยู่ห่างจากชายฝั่งตั้งแต่ 2 - 40 กิโลเมตร มีมากกว่า 50 เกาะ เกาะขนาดใหญ่ และที่สำคัญมีจำนวนมากกว่า 15 เกาะ เช่น เกาะสีชังและเกาะ ล้าน ในจังหวัดชลบุรี เกาะเสม็ดในจังหวัดระยอง และหมู่เกาะช้างในจังหวัดตราด เป็นต้น

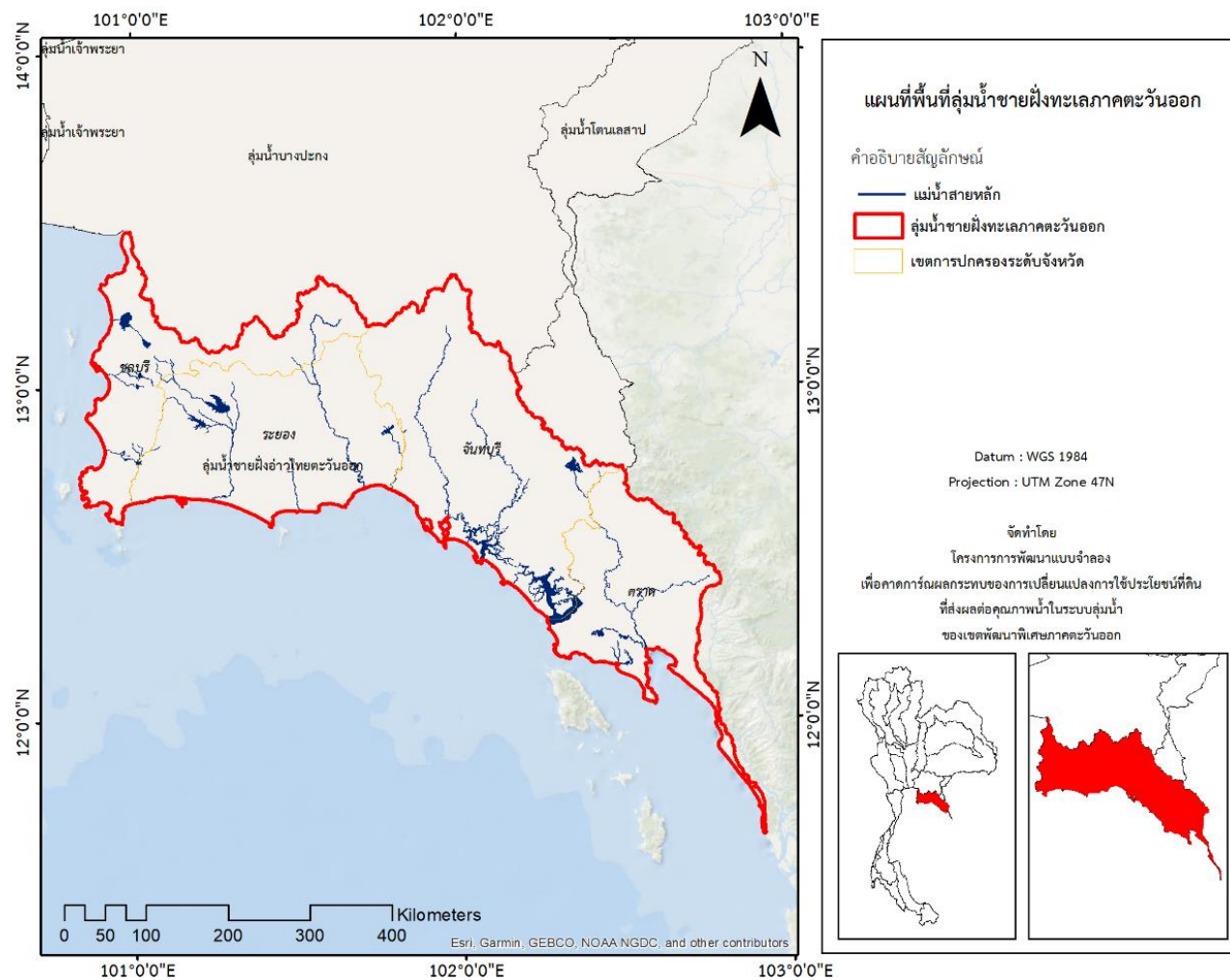
การแบ่งลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ได้กำหนดตามผลการศึกษาของ โครงการศึกษาสำรวจออกแบบสถานียุทวิทยา 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ของกรมทรัพยากรน้ำ , 2548 โดยพิจารณาหลักเกณฑ์การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำสาขา การเรียกชื่อลุ่มน้ำ ลำน้ำ และการ กำหนดรหัสลุ่มน้ำ โดยยึดถือ “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของคณะกรรมการศูนย์ข้อมูล สารสนเทศอุทกวิทยา (น้ำผิวดิน) ภายใต้คณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ (ปัจจุบันได้รวมอยู่ในกรม ทรัพยากรน้ำ) ซึ่งปรากฏอยู่ในรายงานผลการวิจัยเรื่อง ทะเบียนประวัติ และแผนที่แสดงตำแหน่ง สถานีอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทย (กุมภาพันธ์ 2539) เป็นแนวทางในการดำเนินงาน และได้ทำการปรับปรุงเพิ่มเติมหลักเกณฑ์บางประการให้ชัดเจนและสมบูรณ์ขึ้น โดยมีการนำข้อมูลจาก แหล่งต่างๆ มาพิจารณาร่วม ได้แก่ แผนที่การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำของหน่วยงานต่างๆ ในระบบ GIS รายงานการศึกษา แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ชลประทาน แนวคันกั้นน้ำท่วม และการสำรวจสนามใน บางพื้นที่ รวมทั้งได้ใช้แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ชุดปัจจุบันจากกรมแผนที่ทหารมาใช้ ในการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ ซึ่งแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกออกเป็น 6 ลุ่มน้ำสาขา ดังนี้

1. ลุ่มน้ำสาขาชายฝั่งทะเลตะวันออก (1801)
2. ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำเมืองตราด (1802)
3. ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำจันทบุรี (1803)
4. ลุ่มน้ำสาขาลองโตนด (1804)
5. ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำประแส (1805)

6. กลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่ (1806)

ตารางที่ 2-3 จังหวัดในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

จังหวัด	พื้นที่ จังหวัด (ตร.กม.)	พื้นที่ในเขตกลุ่มน้ำชายฝั่ง ทะเลตะวันออก (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละของ พื้นที่จังหวัด	ร้อยละของพื้นที่ ในกลุ่มน้ำชายฝั่ง ทะเลตะวันออก
จันทบุรี	6,370.03	4,540.45	2,837,778	71.28	34.67
ฉะเชิงเทรา	5,167.35	6.52	4,074	0.13	0.05
ชลบุรี	4,463.04	2,366.26	1,478,915	53.02	18.07
ตราด	2,515.29	2,508.04	1,567,526	99.71	19.15
ระยอง	3,670.95	3,657.61	2,286,007	99.64	27.93
สระแก้ว	6,891.57	16.93	10,578	0.25	0.13
รวม		13,095.80	8,184,878		100

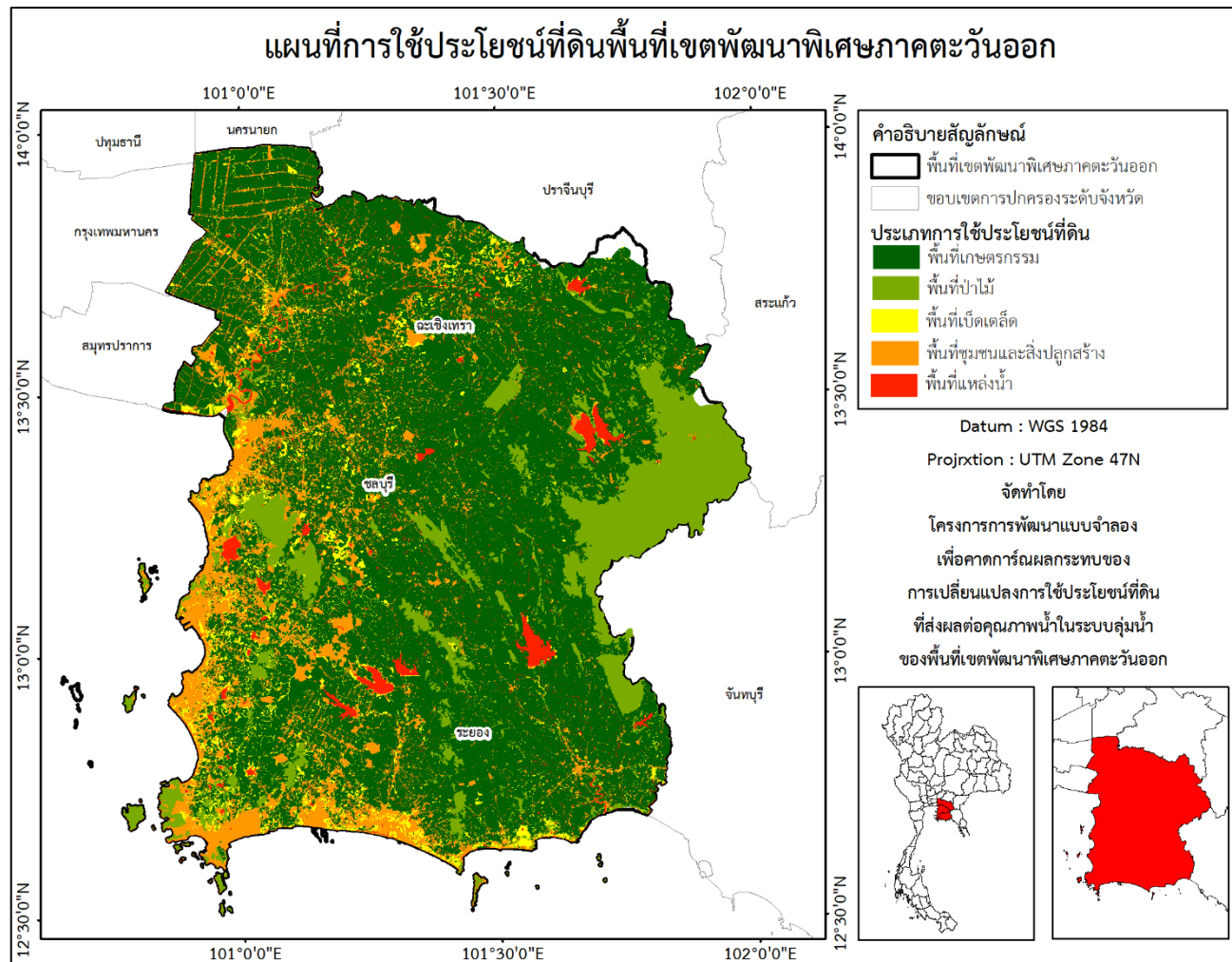


ภาพที่ 2-3 ภาพแสดงขอบเขตของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

2.1.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

กรมพัฒนาที่ดินได้จำแนกการใช้ที่ดินไว้ 5 ประเภท ดังนี้ พื้นที่เกษตรกรรม (A) พื้นที่ป่าไม้ (F) พื้นที่เบ็ดเตล็ด (M) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) และพื้นที่แหล่งน้ำ (W)

จากการศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ.2553 ของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ไม้ผล-ไม้ยืนต้น คิดเป็นร้อยละ 68.49 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 12.07 พื้นที่แหล่งน้ำ ร้อยละ 3.18 และสำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่อื่นๆ (พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง คิดเป็นร้อยละ 9.93 และ 4.69 ตามลำดับ (ภาพที่ 2-4)



ภาพที่ 2-4 การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

2.1.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา

2.1.4.1 ชุดดินในลุ่มน้ำบางปะกง

จากการศึกษาข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ.2544 พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงมี 38 กลุ่มชุดดิน แต่ละกลุ่มชุดดินมีลักษณะคุณสมบัติดังแสดงในภาคผนวก ข โดยมี พื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำเพียง 7,844 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.12 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ สำหรับคำอธิบายชั้นดินแต่ละชนิด แสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 2-4 กลุ่มชุดดินในลุ่มน้ำบางปะกง

ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
1	2	639,079	9.55	24	41	853	0.01
2	3	648,481	9.69	25	43	262	0.004
3	4	21,027	0.31	26	44	34,377	0.51
4	5	17,194	0.26	27	45	13	0.0002
5	6	156,552	2.34	28	46	826,096	12.34
6	7	30,350	0.45	29	47	41,689	0.62
7	8	141,345	2.11	30	48	265,273	3.96
8	10	202,385	3.02	31	49	18,247	0.27
9	11	865,779	12.94	32	50	37	0.0005
10	12	220	0.003	33	51	495	0.01
11	13	31,150	0.47	34	55	21,411	0.32
12	16	74,228	1.11	35	56	136,702	2.04
13	17	141,499	2.11	36	59	22,494	0.34
14	18	193,373	2.89	37	60	19,582	0.29
15	23	692	0.01	38	62	606,222	9.06
16	24	337,022	5.04	39	แหล่งน้ำ	7,844	0.12
17	25	92,065	1.38	40	ที่อยู่อาศัย	45,628	0.68
18	29	50,524	0.75	41	บ่อก้อน	5,572	0.08
					กรวด, บ่อ		
					ลูกร้าง		
19	33	19,523	0.29	42	บ่อปลา	120.81	1.13
20	35	596,538	8.91	43	อื่นๆ	194,397	2.90

ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ			
21	36	5,113	0.08							
22	38	5,095	0.08							
23	40	100,239	1.50							
				รวมทั้ง						
				กลุ่มน้ำ						
				6,692,176 100.00						

2.1.4.2 ชุดดินในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จากการศึกษาข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดินในพื้นที่กลุ่มน้ำปราจีนบุรีของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ.2544 พบว่า พื้นที่กลุ่มน้ำปราจีนบุรีมี 37 กลุ่มชุดดิน แต่ละกลุ่มชุดดินมีลักษณะคุณสมบัติดังแสดงในภาคผนวก ก โดยกลุ่มชุดดินที่พบมากที่สุด คือ กลุ่มชุดดินที่ 62 พื้นที่ 1,272,980 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 21.10 ของพื้นที่กลุ่มน้ำ และมีพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำเพียง 19,914 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.33 ของพื้นที่กลุ่มน้ำ รายละเอียดตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 กลุ่มชุดดินในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
1	2	207,958	3.45	20	35	686,922	11.39
2	3	2,627	0.04	21	38	26,663	0.44
3	4	101,552	1.68	22	44	50,625	0.84
4	5	6,444	0.11	23	46	770,932	12.78
5	6	138,358	2.29	24	47	85,973	1.43
6	7	174,499	2.89	25	48	534,531	8.86
7	10	7,601	0.13	26	49	83,862	1.39
8	11	163,561	2.71	27	51	192,111	3.18
9	16	10,77	6,733	28	52	86,723	1.44
10	17	613,273	10.17	29	53	35,317	0.59
11	18	19,959	0.33	30	55	93,048	1.54
12	21	595	0.01	31	56	27,463	0.46
13	24	43,035	0.71	32	59	101,566	1.68
14	25	312,279	5.18	33	60	73,937	1.23

ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
15	26	5,848	0.10	34	62	1,272,980	21.10
16	28	9,596	0.16	35	เขตทหาร	5,612	0.09
17	29	45,480	0.75	36	แหล่งน้ำ	7,844	0.12
18	31	6,973	0.12	37	ที่อยู่อาศัย	45,628	0.68
19	33	11,459	0.19				
รวมทั้ง				รวมพื้นที่	6,032,112	100.00	
				ลุ่มน้ำ			

2.1.4.3 ชุดดินในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

จากการศึกษาข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ.2544 พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกมี 51 กลุ่มชุดดิน แต่ละกลุ่มชุดดินมีลักษณะคุณสมบัติต่าง แสดงในภาคผนวก ก โดยกลุ่มชุดดินที่มากที่สุด คือ กลุ่มชุดดินที่ 45 และ 62 และมีพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำ 65,712 ไร่คิดเป็นร้อยละ 0.80 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

ตารางที่ 2-6 กลุ่มชุดดินในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
1	2	8,407	0.10	27	43	106,872	1.31
2	3	28,637	0.35	28	44	109,785	1.34
3	6	189,407	2.31	29	45	1,233,699	15.07
4	7	6,742	0.08	30	46	97,863	1.20
5	9	75,552	0.92	31	47	23,095	0.28
6	10	2,194	0.03	32	48	76,606	0.94
7	11	39,061	0.48	33	50	86,976	1.06
8	12	138,268	1.69	34	51	437,605	5.35
9	13	92,463	1.13	35	53	79,313	0.97
10	14	10,280	0.13	36	55	33,129	0.40
11	17	156,128	1.91	37	56	3,668	0.04
12	18	54,429	0.66	38	59	71,286	0.87
13	19	33,133	0.40	39	60	44,205	0.54
14	22	25,581	0.31	40	62	1,260,545	15.40

ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
15	23	92,000	1.12	41	เขต อุตสาหกรรม	24,107	0.29
16	24	99,776	1.22	42	เหมืองแร่ ฟลูออไรด์	24,701	0.30
17	25	73,817	0.90	43	แหล่งน้ำ	65,712	0.80
18	26	991,532	12.11	44	ที่ดินร่องลึก	782	0.01
19	27	72,347	0.88	45	ที่ดินหินโผล่	7,404	0.09
20	29	299,263	3.66	46	ที่ลุ่มชั้นแฉะ หรือที่ลุ่ม สนุ่น	17,258	0.21
21	34	443,744	5.42	47	ที่อยู่อาศัย	126,772	1.55
22	35	545,315	6.66	48	บ่อก้อน กรวด, บ่อ ลูกรัง	3,227	0.04
23	36	2,096	0.03	49	บ่อปลา	22,062	0.27
24	39	84,636	1.03	50	สนามบิน	13,858	0.17
25	40	398,976	4.87	51	อื่นๆ	200,219	2.45
26	42	50,345	0.62				
รวมทั้ง ลุ่มน้ำ					6,692,176	100.00	

2.1.5 ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาและน้ำใต้ดิน

2.1.5.1 ชั้นหินในลุ่มน้ำบางปะกง

จากการศึกษาข้อมูลแผนที่อุทกธรณีวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกง จัดทำโดยกรมทรัพยากรธรณี ปี พ.ศ.2544 พบว่า ลักษณะอุทกธรณีวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกงเป็นชั้นหินอุ้มน้ำในตะกอนหินร่วนชั้นหินอุ้มน้ำในตะกอนหินร่วนกึ่งหินแข็ง และชั้นหินอุ้มน้ำในหินแข็งรวม 17 ชนิด โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพาพื้นที่ 3,341,072 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.93 ของพื้นที่ลุ่มรายละเอียดดังตารางที่ 2-7 สำหรับคำอธิบายสัญลักษณ์ของชั้นหินอุ้มน้ำแต่ละชนิด แสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 2-7 รายละเอียดชั้นหินอุ้มน้ำในกลุ่มน้ำบางปะกง

ลำดับ	สัญลักษณ์	รายละเอียด	พื้นที่		ร้อยละของพื้นที่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี
			(ตร.กม.)	(ไร่)	
1	Cms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	973.48	608,427	9.09
2	Gr	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแกรนิต	583.66	364,788	5.45
3	Jmk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราช	89.71	56,066	0.84
		ตอนกลาง			
4	PCms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	130.1	81,316	1.22
5	PEmm	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแปรยุคฟรี	633.08	395,674	5.91
		แคมเบรียน			
6	Pw	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดพระวิหาร	0.19	120	0.002
7	Qcl	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา	420.93	263,082	3.93
8	Qfd	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา	,345.72	3,341,072	49.93
9	Qot	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคเก่า	385.31	240,819	3.6
10	Qyt	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่	433.21	270,758	4.05
11	SDmm	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแปร	820.91	513,071	7.67
12	SDms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	29	0	0.0004
13	TRc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินคาร์บอนेट	18	0	0.0003
		อายุไทรแอสซิก			
14	TRJlk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราช	132.49	82,805	1.24
		ตอนล่าง			
15	TRms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	1.83	1,144	0.02
16	Vc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขาไฟ	753	470,623	7.03
17	No data	ไม่มีข้อมูล	3.78	2,364	0.04
รวมพื้นที่ทั้งกลุ่มน้ำ			10,707.48	6,692,176	100.00

2.1.5.2 ชั้นหินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จากการศึกษาข้อมูลแผนที่อุทกธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี ปี พ.ศ.2544 ของลุ่มน้ำปราจีนบุรีพบว่า ลักษณะอุทกธรณีวิทยาของลุ่มน้ำปราจีนบุรีเป็นชั้นหินอุ้มน้ำในตะกอนหินร่วน ชั้นหินอุ้มน้ำในตะกอนหินร่วนกึ่งหินแข็ง และชั้นหินอุ้มน้ำในหินแข็งรวม 16 ชนิด โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนหินชุดโคราชตอนกลาง 2,202,764 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 36.52 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ รองลงมาคือ ชั้นหินอุ้มน้ำ หินชั้นกึ่งแปรร 1,057,193 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 17.53 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ สำหรับชั้นหินอุ้มน้ำอื่นๆ นอกจากนี้ พบกระจายอยู่ทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำและมีสัดส่วนค่อนข้างน้อย รายละเอียดดังตารางที่ 2-8 และภาคผนวก ข

ตารางที่ 2-8 รายละเอียดชั้นหินอุ้มน้ำในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	สัญลักษณ์	รายละเอียด	พื้นที่		ร้อยละของพื้นที่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี
			(ตร.กม.)	(ไร่)	
1	Bs	ชั้นหินอุ้มน้ำหินบะซอลต์	2.5	1,560	0.03
2	Cms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปรร	160.08	100,049	1.66
3	Gr	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแกรนิต	77.5	48,435	0.8
4	Jmk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราชตอนกลาง	3,524.42	2,202,764	36.52
5	Pc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน	364.53	227,831	3.78
6	PCms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปรร	1,211.75	757,344	12.56
7	Pk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดภูกระดึง	0.51	2,192	0.04
8	Pw	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดพระวิหาร	48.97	30,603	0.51
9	Qcl	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา	295.49	184,681	3.06
10	Qfd	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา	830.68	519,173	8.61
11	Qot	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะกั่ว	28.67	17,919	0.3
12	SDmm	ยุคเก่า ชั้นหินอุ้มน้ำหินแปรร	181.59	113,492	1.88
13	Sk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดเสาข้าว	334	0	0.006

ลำดับ	สัญลักษณ์	รายละเอียด	พื้นที่		ร้อยละของพื้นที่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี
			(ตร.กม.)	(ไร่)	
14	TRJlk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราช ตอนล่าง	689.32	430,823	7.14
15	TRms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	1,691.51	1,057,193	17.53
16	Vc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขาไฟ	536.47	335,294	5.56
17	No data		3.88	2,424	0.04
รวมพื้นที่ทั้งหมด			9,651.38	6,032,112	100.00

2.1.5.3 ชั้นหินในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

จากการศึกษาข้อมูลแผนที่อุทกธรณีวิทยาของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก จัดทำโดยกรมทรัพยากรธรณี ปี พ.ศ.2544 พบว่า ลักษณะอุทกธรณีวิทยาของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกเป็นชั้นหินอุ้มน้ำในตะกอนหินร่วน ชั้นหินอุ้มน้ำในตะกอนหินร่วนกึ่งหินแข็ง และชั้นหินอุ้มน้ำในหินแข็งรวม 18 ชนิด โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร 2,289,621 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 27.94 ของพื้นที่กลุ่มน้ำ รองลงมาคือ ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา 2,213,270 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 27.04 ของพื้นที่กลุ่มน้ำ รายละเอียดดัง ตารางที่ 2-9 และภาคผนวก ข

ตารางที่ 2-9 รายละเอียดชั้นหินอุ้มน้ำในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

ลำดับ	สัญลักษณ์	รายละเอียด	พื้นที่		ร้อยละของพื้นที่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี
			(ตร.กม.)	(ไร่)	
1	Bs	ชั้นหินอุ้มน้ำหินบะซอลต์	121.42	75,899	0.93
2	Cms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	2.32	1,453	0.02
3	Gr	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแกรนิต	2,026.20	1,266,377	5.47
4	Jmk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราช ตอนกลาง	125.77	78,606	0.96
5	Pc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินคาร์บอเนต อายุเพอร์เมียน	170.16	106,352	0.3
6	PCms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	291.19	181,993	0.22

ลำดับ	สัญลักษณ์	รายละเอียด	พื้นที่		ร้อยละของพื้นที่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี
			(ตร.กม.)	(ไร่)	
7	PEmm	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแปรยุคพรีแคมเบรียน	325.94	220,586	0.7
8	Pms	หินปูนปนเม็ดทรายและดินเหนียวสีเทาเข้มสลับกับหินควอร์ตไซต์	168.61	105,383	0.29
9	Qbs	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนทรายชายหาด	240.42	150,260	0.84
10	Qcl	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา	3,541.23	2,213,270	7.04
11	Qfd	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา	1,014.20	633,878	0.74
12	Qyt	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่	571.42	357,137	0.36
13	SDmm	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแปร	14.57	9,109	0.11
14	SDms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	5.41	3,383	0.04
15	TRc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินคาร์บอนेटอายุไทรแอสซิก	211.30	132,061	0.61
16	TRJlk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราชตอนล่าง	39.67	24,794	0.3
17	TRms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	3,663.39	2,289,621	7.97
18	Vc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขาไฟ	5501.83	313,644	0.83
19	No data	ไม่มีข้อมูล	33.73	21,082	0.26
รวมพื้นที่ทั้งกลุ่มน้ำ			13,095.80	8,184,878	100.00

2.1.6 ลักษณะทางอุทกนิยามวิทยาและอุทกวิทยา

2.1.6.1 ปริมาณน้ำฝน

จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนในกลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) บันทึกไว้โดยกรมอุทกนิยามวิทยา ในระหว่างวันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2540 ถึง 31 ธันวาคม 2561 จำนวนทั้งหมด 15 สถานี รายละเอียดแสดงดังตาราง เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม

219.29 มิลลิเมตร มากที่สุดในเดือนกันยายน 5,239.81 มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี 27,947 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2-10 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในระหว่างวันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2540 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ.2561

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
เมษายน	1,983.46
พฤษภาคม	3,292.49
มิถุนายน	3,131.89
กรกฎาคม	2,977.74
สิงหาคม	2,631.24
กันยายน	5,239.81
ตุลาคม	4,698.47
พฤศจิกายน	1,170.39
ธันวาคม	219.29
มกราคม	566.43
กุมภาพันธ์	592.19
มีนาคม	1,443.61
รวมเฉลี่ย	27,947

2.1.6.2 สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ยังมีพายุดีเปรสชันและพายุไต้ฝุ่น ซึ่งมาจากทะเลจีนใต้พัดผ่านเข้ามาเป็นครั้งคราว โดยฤดูฝนจะเกิดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ฤดูหนาวจะเกิด ในช่วงปลายเดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์และฤดูร้อนจะเกิดในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะทำให้เกิดฝนตกชุกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และสภาพอากาศแห้งและเย็น และในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ นอกจากลมมรสุมที่พัดผ่านประจำแล้ว ยังมีลมพายุจร เมื่อพัดผ่านจะทำให้เกิดฝนตกหนักในพื้นที่

จากการรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำ EEC จากกรมอุตุนิยมวิทยา ในระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2540 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561 จำนวนทั้งสิ้น 15 สถานี รายละเอียดดังแสดงในสามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่ลุ่มน้ำใน EEC มีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน คือ 33.44 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคม คือ 31.44 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.14 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 24.37 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-11 อุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุดเฉลี่ย ในระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2540 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	สูงสุด	ต่ำสุด
มกราคม	31.44	22.09
กุมภาพันธ์	32.22	23.17
มีนาคม	32.52	24.70
เมษายน	33.44	25.58
พฤษภาคม	33.02	25.70
มิถุนายน	32.34	25.75
กรกฎาคม	31.86	25.61
สิงหาคม	31.87	25.42
กันยายน	31.77	24.67
ตุลาคม	31.78	24.13
พฤศจิกายน	31.77	23.37
ธันวาคม	31.66	22.20
รวมเฉลี่ย	32.14	24.37

พื้นที่ลุ่มน้ำใน EEC มีค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุดในเดือนธันวาคมคือ 69.13 เปอร์เซ็นต์ และมากที่สุดในเดือนตุลาคมคือ 81.38 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2-12 ความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2540 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561

เดือน	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)
มกราคม	71.10
กุมภาพันธ์	73.30
มีนาคม	75.72
เมษายน	75.93
พฤษภาคม	78.38
มิถุนายน	77.10
กรกฎาคม	77.73
สิงหาคม	77.98
กันยายน	80.31
ตุลาคม	81.38
พฤศจิกายน	74.56
ธันวาคม	69.13
รวมเฉลี่ย	76.05

พื้นที่ลุ่มน้ำใน EEC มีแรงลมเฉลี่ยน้อยที่สุดในเดือนมกราคม คือ 4.4982 เมตร/วินาที มากที่สุดในเดือนกรกฎาคม คือ 5.8382 เมตร/วินาที และมีแรงลมเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 5.0577 ดังแสดงในตารางที่ 2-13

ตารางที่ 2-13 แรงลมเฉลี่ยในระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2540 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561

เดือน	แรงลม (เมตร/วินาที)
มกราคม	4.4982
กุมภาพันธ์	4.7648
มีนาคม	4.9582
เมษายน	4.9698
พฤษภาคม	5.1387
มิถุนายน	5.5658
กรกฎาคม	5.8382
สิงหาคม	5.7104
กันยายน	4.9266

เดือน	แรงลม (เมตร/วินาที)
ตุลาคม	4.6176
พฤศจิกายน	4.8628
ธันวาคม	4.8409
รวมเฉลี่ย	5.0577

2.2 ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 วัฏจักรของน้ำ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นยิ่งสำหรับมนุษย์ตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน มนุษย์ใช้น้ำด้วยเหตุผลหลายอย่าง ทั้งอุปโภคและบริโภค อีกทั้งน้ำยังคงมีบทบาทต่อความเป็นไปของความสมดุลในโลก วัฏจักรของน้ำมีการหมุนเวียนของน้ำในโลกซึ่งจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องไม่จบสิ้น โดยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่องกระทบผิวน้ำ ทำให้น้ำจากแหล่งต่าง ๆ ระเหยกลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ เมื่อกระทบกับอากาศเย็น ไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำ รวมตัวกันเป็นกลุ่มหมอกหรือเมฆ และเมื่อการรวมตัวของเมฆใหญ่ขึ้น จนบรรยากาศรับน้ำหนักไม่ไหว ก็จะตกลงสู่พื้นโลกในรูปของน้ำจากฟ้าชนิดต่างๆ เช่น น้ำฝน ลูกเห็บ หิมะ น้ำบางส่วนถูกพืชดูดซึมเข้าไปแล้วคายออกทางใบ บางส่วนไหลซึมลงสู่ใต้ดิน เรียกว่า น้ำใต้ดิน บางส่วนขังอยู่ตามหนอง บึง หรือทะเลสาบ และบางส่วนไหลบ่าไปบนพื้นดิน เรียกว่า น้ำท่า แล้วลงสู่ห้วย ลำคลอง แม่น้ำ เป็นน้ำผิวดิน ซึ่งจะไหลลงสู่ทะเลและมหาสมุทรต่อไป ดังนั้น จึงแบ่งแหล่งน้ำธรรมชาติออกได้ 3 ประเภท คือ น้ำฟ้า (atmospheric water) น้ำผิวดิน (surface water) หรือน้ำท่า (runoff) และน้ำใต้ดิน (subsurface water)

ระบบวงจรอุทกวิทยาสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระบบย่อยดังนี้

1 ระบบน้ำในบรรยากาศประกอบด้วยกระบวนการที่เกิดจากน้ำจากอากาศการระเหยการตกและการคายน้ำ

2 ระบบน้ำผิวดินประกอบด้วยกระบวนการที่เกิดจากการไหลบนผิวดินซึ่งนำถ้าผิวดินคือน้ำที่เกิดจากน้ำฝนส่วนเกินไหลบนผิวดินลงสู่แม่น้ำลำธารซึ่งในระหว่างทางอาจมีน้ำท่าใต้ผิวดินบางส่วนไหลซึมออกทันทีรวมกับน้ำท่าผิวดินเป็นน้ำท่าโดยตรง

3 ระบบน้ำใต้ดินประกอบด้วยกระบวนการซึมการเพิ่มน้ำใต้ดินการไหลใต้ผิวดินและการไหลของน้ำใต้ดิน

สภาพการไหลในลำน้ำคือความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลในลำน้ำกับเวลาโดยปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการไหลในลำน้ำแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัยใหญ่คือ

1 ปัจจัยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศประกอบด้วย

1.1 รูปแบบของน้ำจากอากาศ (Forms of Precipitation) น้ำจากอากาศที่ตกลงมาในรูปแบบต่างกันจะทำให้เกิดชลภาพต่างกัน

1.2 ความเข้มข้นฝน (Rainfall Intensity) ความเข้มข้นมากจะมีชลภาพที่มีอัตราการไหลสูง และฐานแคบ ส่วนความเข้มข้นน้อยจะมีคุณภาพที่มีอัตราการไหลต่ำ และฐานกว้าง

1.3 ช่วงเวลาที่ฝนตก (Duration of Rainfall) ถ้าฝนตกเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดการไหลบนผิวดินมากขึ้น เนื่องจากอัตราการซึมลงดินลดลง

1.4 การกระจายของฝน (Distribution of Rainfall) ถ้าฝนตกกระจายอยู่ใกล้ทางออกของกลุ่มน้ำ จะทำให้ชลภาพมีอัตราการไหลในระยะเวลารวมมากกว่าเวลาหลัง และถ้าฝนตกกระจายอยู่ทางต้นน้ำ จะทำให้ชลภาพมีอัตราการไหลในระยะเวลารวมน้อยกว่าอัตราการไหลในระยะเวลาหลัง ในกรณีที่ฝนตกบางส่วน และฝนตกเต็มพื้นที่กลุ่มน้ำจะทำให้เกิดชลภาพที่แตกต่างกัน

1.5 ทิศทางการเคลื่อนที่ของฝน (Direction of Storm Movement) ทิศทางการเคลื่อนที่จากบริเวณทางออกไปทางต้นน้ำ จะมีสภาพช่วงเวลาแรกสูง และช่วงเวลาหลักต่ำลง ส่วนกรณีที่พายุฝนเคลื่อนที่จากทางต้นน้ำลงมายังทางออก จะมีชลภาพช่วงเวลาแรกต่ำกว่าชลภาพช่วงเวลาหลัง

2 ปัจจัยทางภูมิประเทศประกอบด้วย

2.1 รูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Shape of Basin) ลุ่มน้ำที่มีรูปร่างต่างกัน จะเกิดชลภาพการไหลออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำต่างกัน

2.2 ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Size of Basin) พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก จะมีอัตราการไหลสูงสุด ต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ เพราะพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก น้ำจะไหลมายังทางออกได้เร็วกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่

2.3 ความลาดของลำน้ำ (Stream Slope) ลำน้ำที่มีความลาดมาก จะมีชลภาพการไหลที่มีช่วงส่วนเพิ่มขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว และน้ำไหลออกลดระดับน้ำอย่างรวดเร็วเช่นกัน

2.4 ความหนาแน่นของการระบายน้ำ (Drainage Density) ดังแสดงในสมการที่ 2.1

$$D_d = \frac{LC}{A} \quad (2.1)$$

โดย:

D_d = ความหนาแน่นของการระบายน้ำ

L_d = ความยาวทั้งหมดของลำน้ำ

A = พื้นที่ลุ่มน้ำ

โดยลุ่มน้ำที่มีความหนาแน่นของการระบายน้ำมากจะมีความยาวของลำน้ำมากทำให้อัตราการไหลสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาแรก เพราะน้ำไหลออกมาได้เร็ว ตรงกันข้ามกับลุ่มน้ำที่มีความหนาแน่นของการระบายน้ำน้อย จะต้องใช้เวลาในการระบายน้ำออกมามาก ทำให้อัตราการไหลสูงสุดเกิดขึ้นได้ช้า และน้อยกว่าอัตราการไหลสูงสุดของลุ่มน้ำที่มีความหนาแน่นของการระบายน้ำมาก

2.5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ การปรับปรุงแม่น้ำ ลำคลอง การสร้างอ่างเก็บน้ำและการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่าง ๆ ภายในพื้นที่ที่พิจารณา จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ เมื่อเป็นพื้นที่ธรรมชาติมีคุณภาพการไหลออกจากพื้นที่เป็นโค้งโดยมีอัตราการไหลสูงสุด ต่อมาเมื่อมีผู้คนเข้าอาศัยจะเริ่มมีการพัฒนาพื้นที่บางส่วนเกิดขึ้น เช่น การสร้างอ่างเก็บน้ำและการพัฒนาแม่น้ำทางด้านท้ายน้ำ มีผลทำให้สภาพมีลักษณะเป็นเส้นโค้งยอดแหลม เนื่องจากในชุมชนมีพื้นที่คอนกรีตมากขึ้น และในแม่น้ำได้รับการปรับปรุงเป็นการค้ำด้วยผิวคอนกรีต ทำให้การสูญเสียเนื่องจากการซึมลงดินน้อยลงและน้ำไหลออกจากพื้นที่ได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ในส่วนของการจัดการน้ำ ในการควบคุมปริมาณน้ำเข้าและปริมาณน้ำออก จะมีการสร้างเขื่อนและอ่างเก็บน้ำซึ่งลักษณะของสภาพจะเป็นสี่เหลี่ยมยอดตัด

2.6 สภาพการกักเก็บน้ำ (Storage Characteristics) เช่นการสร้างอ่างเก็บน้ำ การมีสระน้ำหนองน้ำหรือบึงต่าง ๆ

2.7 ชนิดดิน (Soil Types) มีผลต่อการซึมและการไหลบนผิวดิน ทำให้มีสภาพที่แตกต่างกัน เช่น พื้นที่ที่เป็นดินเหนียวการซึมจะน้อย ทำให้น้ำไหลบนผิวดินมาก สภาพจะสูง ส่วนพื้นที่ที่เป็นดินทรายการซึมจะมาก ทำให้น้ำไหลบนผิวดินน้อยสภาพต่ำ (กิริติ สิวจันกุล, 2553)

2.2.2 กระบวนการชะล้างพังทลายและการเกิดตะกอนในแหล่งน้ำ

กระบวนการพังทลายของดินจะเริ่มต้นจากความรุนแรงในการปะทะของเม็ดฝนที่มีต่ออนุภาคของดินทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายไปอุดรูดินเป็นเหตุให้อัตราการซึมของน้ำลงสู่ผิวดินลดน้อยลงจนไม่สามารถซึมผ่านผิวดินลงไปได้ น้ำส่วนใหญ่จึงไหลไปตามผิวน้ำดินพัดพา เอาดินเคลื่อนที่ไปจนเกิดการตกตะกอนตามทางน้ำไหลผ่านเช่นอ่างเก็บน้ำหน้าเขื่อนท้องลำน้ำปากน้ำเป็นต้นและบางส่วนของตะกอนที่แขวนลอยอยู่จะไหลไปตามกระแสน้ำและตกตะกอนในที่สุด

2.2.2.1 ขบวนการพัดพาและทับถมของตัวตะกอน

1. การพัดพาโดยกระแสน้ำ เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุด แบ่งออกได้เป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

- การพัดพาในสภาพสารละลาย (Solution load) สารต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำในรูปของสารละลายและอนุมูล (Colloid ion) ถูกพัดพาออกไปไกลที่สุด เมื่อพบสภาวะแวดล้อมที่

เหมาะสมสารละลายก็จะตกตะกอน ได้แก่ อนุโมลโซเดียม แคลเซียม คาร์บอเนต เหล็ก ซิลิกา ซัลเฟต และคลอไรด์ เป็นต้น

- การพัดพาในสภาพแขวนลอย (Suspension) เป็นกระบวนการที่น้ำพัดพาอนุภาคเล็ก ๆ ในรูปสารแขวนลอย เช่นอนุภาคดินเหนียวและอนุภาคซิลต์ เป็นต้น ตกตะกอนเมื่อความเร็วของกระแสน้ำลดลงหรือน้ำหยุดไหลในลักษณะกระดอนไปตามความลาดชันของพื้นลำธาร ปัจจัยควบคุมที่สำคัญ คือ แรงเหวี่ยงของกระแสน้ำ อนุภาคจะตกตะกอนเมื่อความเร็วของกระแสน้ำไม่สามารถยกอนุภาคเหล่านี้ได้หรือมีสิ่งกีดขวางทางเดิน

- การพัดพาโดยกลิ้งไป (Rolling) เป็นการกลิ้งไปโดยไม่มีการกระเด็นหรือกระดอนเกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคมีน้ำหนักมากเกินกว่าที่กระแสน้ำจะยกขึ้นได้ เช่นก้อนหินขนาดโต การเคลื่อนย้ายของอนุภาคก่อให้เกิดการขัดสีระหว่างอนุภาคกับพื้นลำธารหรือฝั่งน้ำ และขนาดของอนุภาคจะเล็กลงเรื่อย ๆ แต่ขณะเดียวกันอนุภาคก็จะมีมวลมากขึ้นด้วย

2 ขบวนการทับถมตัวของตะกอน แม่น้ำแต่ละสายจะมีความสามารถในการพัฒนาอนุภาคต่าง ๆ ได้แตกต่างกันไป ดังนั้นการทับถมจึงแตกต่างกันไปตามขนาดของอนุภาค บริเวณจุดท้ายที่ตะกอนจะไปทับถมกันมากที่สุด คือ ระดับฐานของแม่น้ำ (Base level of river) นอกจากนี้ระหว่างทางที่แม่น้ำไหลผ่านก็จะมี การทับถมมาตลอดทางในสภาพน้ำนิ่งหรือค่อนข้างจะนิ่ง การตกตะกอนจะมีการแยกขนาดอนุภาคที่มีขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากหรือมีความถ่วงจำเพาะมากจะตกตะกอนก่อน ส่วนพวกที่มีขนาดเล็กหรือมีความถ่วงจำเพาะน้อยจะตกตะกอนทีหลัง ลักษณะการตกตะกอนทับถมเช่นนี้ จะทำให้มีการแยกขนาดชั้นเรียกว่า การจัดขนาดตามแนวดิ่ง โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดการตกตะกอนทับถมมีดังนี้

- ความเร็วของกระแสน้ำลดลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความลาดชันหรือการคดเคี้ยวของแม่น้ำ

- น้ำท่วม เช่น ในฤดูน้ำหลาก เมื่อน้ำท่วมขังความเร็วของกระแสน้ำก็จะลดลงบนฝั่งทั้งสองด้าน

- มีสิ่งกีดขวางทาง อาจเกิดจากแผ่นดินเรื่องขวางในแม่น้ำ หรือมีการสร้างสันทราย แพซุงหรือวัสดุต่าง ๆ รวมถึงการสร้างเขื่อน

- ปริมาณน้ำลดลงเกิดจากฝนตกน้อยมีอัตราการระเหยสูง

- การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของทางน้ำ (Drainage pattern change)

2.2.2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดิน

การเกิดการชะล้างพังทลายของดินเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและมีส่วนเกี่ยวข้องกับปัจจัย ดังนี้

1 ฝน ความแรงของฝนที่ตกในแต่ละเวลาหรือความเข้มข้นของฝน มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน ความเข้มข้นของฝนมากก็จะมีผลของความแรงของเม็ดฝนที่ปะทะกับดินมาก การชะล้างพังทลายของดินก็จะเกิดอย่างรุนแรง

2 คุณสมบัติของดิน ดินที่มีการจับตัวกันอย่างหลวม ๆ จะถูกชะล้างพังทลายได้ง่าย ดินร่วนหรือดินทรายจะถูกน้ำเซาะกร่อนและพัดพาไปได้ง่ายกว่าดินเหนียว พื้นที่ที่มีการระบายน้ำไม่ดีหรือน้ำซึมลงไปดินได้น้อย เมื่อฝนตกจะมีน้ำไหลผ่านที่ผิวดินมากการกัดกร่อน ดินก็จะมีโอกาสที่จะเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่ายขึ้น

3 ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ที่มีความลาดชันมากและระยะของความลาดชันยาว ก็ยิ่งเพิ่มความเร็วและความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น

4 วิธีทำการเกษตรในไร่นา การใช้ที่ดินให้ถูกต้องตามสมรรถนะ การไถพรวน และปลูกพืชให้ถูกวิธีเป็นการลดการชะล้างพังทลายของดินได้ เช่นไถพรวนน้อยครั้งและไถตามแนวระดับ การปลูกพืชเป็นแถวตามระดับหรือความลาดชัน เป็นต้น

5 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม ในแต่ละสภาพพื้นที่ เช่น พื้นที่ลาดชันน้อยก็ใช้วัสดุหรือพืชปกคลุมดิน พื้นที่ลาดชันมากก็ใช้วิธีการอื่น เช่น การทำคันดินกั้นน้ำ ทำร่องระบายน้ำ ถ้าหน้าดินถูกปล่อยว่าง จะรับแรงปะทะจากเม็ดฝนอย่างเต็มที่ เกิดการแตกสลายของดิน ทำให้การชะล้างพังทลายของดินมีมากขึ้น

2.2.2.3 ผลเสียหายที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดิน

1. ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง เพราะน้ำซึ่งเป็นตัวการสำคัญจะพัดพาเอาธาตุอาหารของพืชที่อยู่บริเวณหน้าดินไปหมด หากต้องการทำการเกษตรในพื้นที่ที่ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไปแล้วและต้องการให้ได้ผลดีเช่นเดิม ก็ต้องมีการใส่ปุ๋ยเคมีปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้การลงทุนในการเกษตรสูงขึ้น

2. ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนดินในพื้นที่ต่ำกว่า ทำให้แม่น้ำลำคลอง หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ เกิดการตื้นเขิน ลดความสามารถในการกักเก็บน้ำ อาจก่อให้เกิดสภาวะน้ำท่วมอย่างฉับพลัน บางครั้งตะกอนดินอาจถูกน้ำพัดพาไปต่ำ ทำให้เกิดความเสียหายแก่ไร่นาไปทับถมดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า แม่น้ำบางสายอาจมีปัญหาต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอกร่องน้ำ

2.2.2.4 ความสำคัญของตะกอน

ตะกอนเป็นสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของน้ำและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ คือ มีผลต่อความขุ่นใส ความโปร่งแสง มีผลกระทบต่อการหายใจของสัตว์น้ำ เป็นอาหารแก่พืชน้ำและแพลงก์ตอนพืช ทำให้การหาอาหารของสัตว์น้ำมีประสิทธิภาพลดลง ทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนหนีศัตรูได้ดีขึ้น เมื่อตะกอนทับถมทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน (ภัทรพร แสงทองและปรียาพร โกษา, 2557)

2.2.3 แบบจำลองมาร์คอฟ (Markov's Model)

โดยแบบจำลองมาร์คอฟเป็นทฤษฎีที่นิยมใช้เพื่อศึกษาคาดการณ์ การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้น หรือค่าความถี่ (frequency) ในช่วงเวลาที่ผ่านมาเป็นฐานในการคำนวณความน่าจะเป็น (probability) ซึ่งกำหนดค่าเป็น 0 และ 1 และมีความน่าจะเป็นได้ 4 ลักษณะ คือ P00, P01, P10 และ P11 จากการดำเนินการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (transition probability) ในช่วงแรกหรือปีแรก เมื่อได้ค่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแล้ว นำมาวิเคราะห์หาค่าของจำนวนช่วงเวลา หรือจำนวนปีที่ต้องการคาดการณ์ (expected duration) ค่าแวลเรียนซ์ (variances) และค่าช่วงของความเชื่อมั่น (confidential interval)

โดยแบบจำลองมาร์คอฟนั้น ทำให้ทราบถึงความน่าจะเป็นของพื้นที่ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในภาพรวมเท่านั้น ไม่สามารถระบุตำแหน่งหรือพื้นที่ที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ จึงได้นำหลักการของ Cellular Automata มาสร้างเป็นแบบจำลองในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต ซึ่งพิจารณาในรูปของตารางกริด โดยกระบวนการคำนวณเป็นไปในลักษณะการเกิดซ้ำตามระยะเวลาที่ต้องการศึกษา ซึ่งรูปแบบการใช้ที่ดินจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือคงสภาพเดิมขึ้นอยู่กับประเภทหรือรูปแบบของการใช้ที่ดินในพื้นที่โดยรอบของกริดนั้นๆ นำมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับค่าความน่าจะเป็น หรือค่าโอกาสของการเปลี่ยนแปลง และค่าสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลง ที่ได้จากทฤษฎีของมาร์คอฟผลลัพธ์ที่ได้ คือ แผนที่การใช้ที่ดินที่จะคาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้น

2.2.4 Cellular Automata (CA)

เป็นเทคนิคในการจำลองสถานการณ์ที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับเมืองที่มีความหลากหลาย เช่น การเติบโตของภูมิภาค การเจริญเติบโตของชุมชนเมือง การเปลี่ยนแปลงของประชากร กิจกรรมทางเศรษฐกิจและการจ้างงาน การเติบโตของเมืองในอดีต และพัฒนาการของการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น CA เป็นแบบจำลองเชิงพื้นที่ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของขอบเขตการต่าง ๆ ในพื้นที่แสดงในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ หรือในรูปแบบของแผนที่ แบบจำลองนี้ สามารถแสดงออกมาในรูปของแผนภูมิลำดับของขอบเขตการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ผลลัพธ์ของขั้นตอนหนึ่งที่ต้องไปเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ของขั้นตอนถัดไป เป็นแนวคิดในการถอดรหัส โครงสร้างเชิงพื้นที่เพื่อจำลองสถานการณ์ หลักการทำงานของ CA อาศัยการคำนวณความเปลี่ยนแปลงจากจุดภาพข้างเคียงโดยกำหนดเงื่อนไขไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะมีการคำนวณซ้ำเป็นรอบ ๆ จนกว่าจะสามารถกำหนดตำแหน่งการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาได้ครบถ้วนตามเงื่อนไขที่ตั้งเอาไว้ โดยมีสมการดังนี้

$$s(t+1) = P_{ij} \times s(t) \quad (2.2)$$

โดย:

$s(t+1)$ = สถานะ ณ เวลา t หรือ $t+1$

P_{ij} = เมทริกซ์ของความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณจากสมการ

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

โดย: $(0 \leq P_{ij} < 1 \text{ and } \sum_j^n = 1, (ij=1,2,\dots,n))$

ซึ่งหลักการทำงานของ CA Markov มี ดังนี้

1) กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลของ CA_Markov จะใช้ข้อมูลโอกาสของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov Chain Analysis ร่วมกับ CA filter ขนาด 5×5 neighborhood เพื่อหาความน่าจะเป็นของประเภทสิ่งปกคลุมดินในช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา

2) CA filter จะเคลื่อนที่ซ้อนทับกับข้อมูลของปีที่เริ่มทำการศึกษาไปที่ละเซลล์จนครบทั้งพื้นที่ศึกษา จากนั้นจะเริ่มเคลื่อนที่ชั้นทับทีละเซลล์อีกครั้ง และจะเคลื่อนที่วนซ้ำไปเรื่อย ๆ เป็นจำนวนรอบเท่ากับช่วงระยะเวลาที่ต้องการศึกษา เช่นต้องการคาดการณ์ในระยะเวลาอีก 10 ปี ข้างหน้า กระบวนการพิจารณาจะเริ่ม และทำการวนซ้ำจนครบ 10 รอบ เป็นต้น

3) การวนซ้ำแต่ละครั้ง ประเภทของสิ่งปกคลุมดินจะมีการเปลี่ยนแปลง หรือคงสภาพเดิมนั้น ขึ้นอยู่กับประเภทสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่โดยรอบและโอกาสของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov chain Analysis

4) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลลัพธ์ที่ได้ คือแผนที่สิ่งปกคลุมดิน ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงและพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งสามารถบอกลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้สามารถวางแผนการใช้ที่ดินในอนาคตได้

สรุปได้ว่า กระบวนการทำงาน CA-Markov ประกอบด้วยสองส่วนที่สำคัญ คือ CA filter ขนาด 5×5 neighborhood และสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ ด้วย Markov Chain Analysis ซึ่งใช้คาดการณ์ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพิจารณาทีละ pixel ภายในพื้นที่ศึกษา กระบวนการพิจารณาเริ่มและทำการวนซ้ำจนครบจำนวนรอบที่กำหนดการเปลี่ยนแปลงหรือคงสภาพเดิมของพื้นที่ขึ้นอยู่กับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่โดยรอบร่วมกับสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov Chain ซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จะแสดงเป็นแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.3 แบบจำลองทางอุทกวิทยา (Soil and Water Assessment Tool)

แบบจำลอง SWAT (Soil and Water Assessment Tool) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Blackland Research Center, TAES (Texas Agriculture Experiment Station) และ United States Department of Agriculture-Agriculture Research Service (USDA-ARS) เพื่อใช้ในการทำนายผลกระทบของการใช้ที่ดินต่อทรัพยากรน้ำ ได้แก่ น้ำท่า ตะกอนและสารเคมีจากการเกษตรของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน ที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพดิน การใช้ที่ดินและการจัดการแบบจำลอง SWAT สามารถจำลองกระบวนการทางกายภาพต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำ โดยแบ่งลุ่มน้ำที่ต้องการศึกษาออกเป็นลุ่มน้ำย่อย ข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องกำหนดให้แต่ละลุ่มน้ำย่อยประกอบด้วย ภูมิอากาศ หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (Hydrologic Response Unit, HRUs) หนอง บึง น้ำใต้ดิน ลำน้ำสายหลัก ลำน้ำสาขา เป็นต้น (Neitsch et al., 2005)

การวิเคราะห์และการคำนวณด้วยแบบจำลอง SWAT แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนพื้นดิน (Land phase) และส่วนการเคลื่อนที่ในลำน้ำ (Routing phase) ในการวิเคราะห์ส่วนพื้นดินจะจำลองกระบวนการวัฏจักรอุทกวิทยา เพื่อประเมินหาปริมาณน้ำท่า และการวิเคราะห์ของส่วนการเคลื่อนที่ในลำน้ำจะคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำตลอดทั้งโครงข่ายระบบลำน้ำของลุ่มน้ำที่ศึกษา ขั้นตอนการจำลองกระบวนการวัฏจักรทางอุทกวิทยา จะกำหนดให้ปริมาณฝนที่ตกลงสู่พื้นดินถูกพืชกักไว้เป็นบางส่วน ปริมาณฝนส่วนที่เหลือที่ไหลลงสู่ผิวดินก็ไหลซึมลงสู่ผิวดินหรือซังนองอยู่ตามผิวดิน แล้วรวมตัวกันไหลลงสู่ที่ต่ำ จนกระทั่งไปเป็นน้ำท่าอยู่ในแม่น้ำลำธาร สำหรับปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงสู่ผิวดินส่วนหนึ่งจะถูกเก็บกักไว้ในเนื้อดิน ซึ่งต่อมาจะระเหยคืนสู่บรรยากาศโดยพืชและอีกส่วนหนึ่งจะไหลซึมต่อไปยังชั้นน้ำใต้ดินกลายเป็นน้ำใต้ดินและไหลกลับลงสู่แม่น้ำลำธารเมื่อผ่านไปช่วงเวลาหนึ่งโดยการไหลไปทางด้านข้างของชั้นน้ำใต้ดิน

แบบจำลอง SWAT เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่จำลองลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำเป็นแบบกระจายพารามิเตอร์ตามสภาพทางกายภาพของพื้นที่จริง แบบจำลองสามารถใช้ทำนายผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพดิน การใช้ที่ดินและการจัดการคุณสมบัติสำคัญของแบบจำลอง SWAT สรุปได้ดังนี้

1. เป็นแบบจำลองบนพื้นฐานของลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำที่อาศัยข้อมูลนำเข้าจำเพาะเกี่ยวกับภูมิอากาศ คุณสมบัติของดิน ลักษณะภูมิประเทศ พืชพรรณ และการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อจำลองกระบวนการทางกายภาพเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของน้ำ การเคลื่อนที่ของตะกอน การเจริญเติบโตของพืช วัฏจักรของธาตุอาหาร และอื่น ๆ
2. สามารถคำนวณหรือปฏิบัติการในระดับการเปลี่ยนแปลงรายวัน รายเดือนและรายปี ในช่วงระยะเวลาที่ยาวนาน (100 ปีขึ้นไป) เพื่อประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

3. เป็นแบบจำลองทางเลือกในการคำนวณฝนส่วนเกินโดยวิธี SCS Curve Number และ Green Amplitude ซึ่งถูกยอมรับอย่างกว้างขวาง กระบวนการจัดการไม่ซับซ้อน การนำพารามิเตอร์มาใช้ในแบบจำลองมีความสมเหตุสมผล

SWAT เป็นแบบจำลองของสารธารณสิทธิ เน้นการศึกษาผลกระทบในเชิงปริมาณของการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ ทั้งพื้นที่ขนาดเล็ก ขนาดใหญ่และซับซ้อน โดยสมการหลัก 2 สมการ ได้แก่สมการสมดุลน้ำ ดังแสดงในสมการที่ 2.2 และสมการ Soil Conservation Service (SCS) ดังแสดงในสมการที่ 2.4

$$SWAT = SW + \sum_{i=1}^t (R_i - Q_i - ET_i - P_i - QR_i) \quad (2.4)$$

โดย:

- SW_t = ปริมาณน้ำในดินสุดท้าย (มิลลิเมตร)
- SW = ปริมาณน้ำในดินเริ่มต้น (มิลลิเมตร)
- t = เวลา (วัน)
- R_i = วันเวลาคือปริมาณน้ำฝนในวันที่ i (มิลลิเมตร)
- Q_i = ปริมาณน้ำจืดในวันที่ i (มิลลิเมตร)
- ET_i = ปริมาณการระเหยในวันที่ i (มิลลิเมตร)
- P_i = ปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงสู่ดิน (มิลลิเมตร)
- QR_i = ปริมาณน้ำที่ไหลกลับสู่แม่น้ำ (มิลลิเมตร)

สมการ soil conservation Service

$$Q = \frac{(R \cdot 0.2s)^2}{R + 0.8s}, R > 0.2s \quad (2.5)$$

$$Q = 0.0, R < 0.2s$$

โดย:

- Q = ค่าของน้ำท่ารายวันเมตร (m^3/s)
- R = ค่าของฝนรายวัน (mm)
- S = Retention Parameter โดยจะขึ้นอยู่กับ Curve Number (CN)

โดยตัวแปร S มีความสัมพันธ์กับค่า Curve Number ดังแสดงในสมการที่ 2.6

$$s = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (2.6)$$

โดย:

CN = search Number เป็นตัวเลขที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อให้เป็นตัวแทนความสามารถของพื้นที่ต้นน้ำในการดูดซับน้ำฝนและระบายน้ำถ้าให้กับพื้นที่ท้ายน้ำถ้าเกิด Number เป็นผลที่เกิดจากการกระทำร่วมกันระหว่างปัจจัยพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีบทบาทต่อการให้น้ำซึ่งประกอบด้วยลักษณะพื้นที่ชนิดดินชนิดของพืชคลุมดินและแหล่งน้ำผิวดินกับปัจจัยความชื้นที่สะสมอยู่ในพื้นที่ซึ่งเป็นผลมาจากการตกสะสมของฝนในระยะช่วงเวลาที่ผ่านมา (โอฬาร เวศอุไร, 2548)

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า Curve Number มีดังนี้

1. คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของกลุ่มดิน (Hydrologic Soil Group) กลุ่มดินแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ A, B, C และ D ขึ้นกับอัตราการซึมน้ำของดิน ดังนี้

1.1 ดินกลุ่ม A มีอัตราการซึมสูง และอัตราการไหลผิวดินต่ำ ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินทราย (Sandy Soils) โดยมีค่า $K_{sat} > 0.76$ cm/hr

1.2 ดินกลุ่ม B มีอัตราการซึมปานกลาง เป็นดินที่ระบายน้ำได้ดี ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินร่วน (Loamy soils) โดยมีค่า $0.38 < K_{sat} < 0.76$ cm/hr

1.3 ดินกลุ่ม C มีอัตราการซึมต่ำ ประกอบด้วยชั้นดินอย่างน้อย 1 ชั้น ที่ขัดขวางการระบายน้ำ ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) โดยมีค่า $0.13 < K_{sat} < 0.38$ cm/hr

1.4 ดินกลุ่ม D มีอัตราการซึมต่ำมาก เป็นดินที่มีศักยภาพทำให้เกิดน้ำท่าผิวดินสูง ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินเหนียว (Sandy Clay Loam) โดยมีค่า $0.13 < K_{sat} < 0.38$ cm/hr

2. สิ่งปกคลุม (Cover) คือ สิ่งต่าง ๆ ที่ปกคลุมดิน และป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมาสู่ดิน ประกอบด้วย

2.1 ลักษณะการใช้ที่ดิน (Land Use)

2.1.2 การรักษาหน้าดิน (Land Treatment) จะเกี่ยวข้องกับลักษณะและวิธีปลูกพืชการเตรียมแปลง โดยแบ่งออกเป็นทำการเพาะปลูกเป็นแถวค้อยตามระดับพื้นที่ และการทำการเพาะปลูกเป็นรูปขั้นบันได

2.2 สภาพอุทกวิทยา (Hydrologic Condition) โดยแบ่งออกเป็น

2.2.1 สภาพเลว (Poor) มีพืชคลุมดินพื้นที่น้อยกว่าร้อยละ 50

2.2.2 สภาพปานกลาง (Fair) มีพืชคลุมดินพื้นที่ระหว่างร้อยละ 50 -75

2.2.3 สภาพดี (Good) มีพืชคลุมดินพื้นที่มากกว่าร้อยละ 75

2.3 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Classification)

2.3.1 พื้นที่ป่า (Forest)

2.3.2 พื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture)

2.3.3 พื้นที่โล่งเตียน และพื้นที่อยู่อาศัย (Bare - Land & Residential)

2.3.4 พื้นที่แหล่งน้ำ (Water Body)

2.4 ความชื้นบนดินเบื้องต้น (Antecedent Moisture Content) พิจารณาจากปริมาณฝนสะสมทั้งหมดที่ตกก่อนหน้าพายุ 5 วัน รวมทั้งพิจารณาช่วงฤดูกาลเพาะปลูกด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการปรับแก้ค่า CN ให้อยู่ในกรณีเดียวกันกับ AMC ในกรณีต่าง ๆ ตามเงื่อนไขความชื้นในดินเบื้องต้นที่คำนวณได้ (โอฟาร์ เวศูไร, 2548)

2.3.1 ส่วนประกอบของแบบจำลอง (Model component)

Rosenthal et al. (1995) กล่าวถึงแบบจำลอง SWAT ว่าประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนพื้นดิน หรือส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (Land phase or sub-basin component) เป็นการศึกษากระบวนการอุทกวิทยาเพื่อประเมินหาปริมาณน้ำท่า ตะกอน ธาตุอาหารและสารเคมีจากการเกษตรที่จะไหลลงสู่ลำน้ำหลักของแต่ละลุ่มน้ำย่อยโดยส่วนควบคุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของแบบจำลอง SWAT ซึ่งออกแบบเป็น 8 ส่วน คือ อุทกวิทยา (Hydrology) สภาพอากาศ (Weather conditions) การตกตะกอน (Sedimentation) อุณหภูมิของดิน (Soil temperature) การเติบโตของพืช (Crop growth) สารอาหาร (Nutrients) ยาฆ่าแมลง (Pesticides) และการจัดการทางการเกษตร (Agricultural management)

2. ส่วนการเคลื่อนตัวของน้ำ (Routing component) เป็นการคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำตลอดจนโครงข่ายระบบลำน้ำของลุ่มน้ำที่ศึกษา โดยเป็นส่วนของการเคลื่อนตัวของน้ำในแบบจำลอง SWAT ประกอบด้วย การเคลื่อนตัวของน้ำผ่านทางน้ำ (Channel routing) และการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำ (Reservoir routing) โดยที่การเคลื่อนตัวของน้ำผ่านทางน้ำ ประกอบด้วย การเคลื่อนตัวของน้ำท่วมผ่านทางน้ำ การเคลื่อนตัวของน้ำผ่านแหล่งกักน้ำ (Impoundment routing) การเคลื่อนตัวของตะกอนในทางน้ำ (Channel sediment routing) และการเคลื่อนตัวของสารอาหารและยาฆ่าแมลงผ่านทางน้ำ สำหรับการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย สมดุลของน้ำจากอ่างเก็บน้ำ การเคลื่อนตัวผ่านอ่างเก็บน้ำ การเคลื่อนตัวของตะกอนผ่านอ่างเก็บน้ำ และการเคลื่อนตัวของสารอาหารและยาฆ่าแมลง

2.3.2 การปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration)

การปรับเทียบแบบจำลองในโปรแกรม SWAT มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดความแตกต่างระหว่างข้อมูลจากการตรวจวัดกับข้อมูลที่คำนวณได้จากแบบจำลองให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งจำเป็นจะต้องปรับเทียบทุกพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ในพื้นที่ศึกษา โดยการปรับเทียบจะต้องทำจากลุ่มน้ำย่อยที่อยู่เหนือน้ำก่อน แล้วถัดลงไปตามลำดับจนถึงจุดปลายสุดของลุ่มน้ำหลัก (Neitsch et al., 2005)

บรรจงศักดิ์ พิกสมบุญและนิพนธ์ ตั้งธรรม (2560) กล่าวว่า การสอบเทียบหรือการปรับเทียบ (Calibration) คือการทดสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยข้อมูลสารสนเทศที่มีการตรวจวัดไว้แล้วทั้งส่วนที่เป็นข้อมูลสารสนเทศนำเข้า (Input information) และข้อมูลสารสนเทศที่เป็นผลลัพธ์ (Output information) เพื่อเป็นการปรับ (Adjust) หรือประมาณค่าปัจจัยในกรณีที่ยังไม่มีข้อมูลปรากฏ ส่วนการทดสอบเพื่อความมั่นใจ (Validation) เป็นการเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ตรวจวัดจากระบบสิ่งแวดล้อมจริง

2.3.3 การทดสอบแบบจำลอง

บรรจงศักดิ์ พิกสมบุญและนิพนธ์ ตั้งธรรม (2560) กล่าวว่าวิธีการที่ควรใช้วัดความถูกต้องของการสอบเทียบและความถูกต้องของแบบจำลอง ประกอบด้วย

1. การสร้างกราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองกับการตรวจวัดความจริง (Graphical comparisons) ซึ่งสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น

- พล็อตกราฟเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time series plots) ของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองกับค่าตรวจวัดจริงของพารามิเตอร์เดียวกันในช่วงเวลาเดียวกัน

- ใช้กราฟเส้นทแยงมุมสี่เหลี่ยมจัตุรัส 45 องศา (45° linear regression line displayed) ตัดสินความสอดคล้องระหว่างค่าตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง

- ใช้กราฟค่าแจกแจงความถี่สะสม (Cumulative frequency distribution) ของค่าตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองตามอนุกรมเวลาที่กำหนดเป็นตัวเปรียบเทียบ

2. วิธีการทดสอบทางสถิติ (Statistical test) ซึ่งสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น

- หาความคลาดเคลื่อนทางสถิติ เช่น หาค่าความสัมประสิทธิ์ความผันผวน (Coefficient of variance; CV) หาค่าดัชนีการลดความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณ (Reduced error estimate; REE) หรือหาค่าโมเมนต์ที่สอง (Second moment; M^2)

- การทดสอบแบบจำลองด้วยเทคนิคความเหมาะสมที่สุด เช่นการหาค่าสหสัมพันธ์ทางสถิติ (Coefficient of determinization; R^2)

- ทดสอบด้วยค่าความแตกต่างของค่าแจกแจงความถี่สะสม

2.3.4 การใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกแบบจำลอง

แบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่สามารถแทนความเป็นจริงของธรรมชาติได้อย่างถูกต้องร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจำเป็นต้องกำหนดหลักเกณฑ์ในการยอมรับสัมประสิทธิ์ภาพในการทำนาย (predict) ค่าแบบจำลองที่สร้างขึ้น (บรรจงศักดิ์ พิกสมบุญและนิพนธ์ ตั้งธรรม, 2560) ซึ่ง Santhi et al. (2001) ได้กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจสำหรับค่าที่ยอมรับได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง

ทางอุทกวิทยา โดยมีค่าความแตกต่างน้อยกว่าร้อยละ 15 R^2 มากกว่า 0.6 และ Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) มากกว่า 0.5 จะนับเป็นค่าสถิติที่เพียงพอสำหรับการสอบเทียบที่ยอมรับได้

2.3.5 การคำนวณหาปริมาณตะกอน (Sedimentation)

แบบจำลอง SWAT ใช้สมการ Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) ในการประเมินปริมาณของตะกอนที่ไหลลงสู่ลำน้ำแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ (Williams, 1975) ดังสมการที่ 2.7

$$SED = 11.8 (Q_{surf} * q_p * A_{hru})^{0.56} KUSLE * CUSLE * PUSLE * LSUSLE * CFRG \quad (2.7)$$

โดย:

SED = ปริมาณตะกอน (metric tons)

Q_{surf} = ปริมาณน้ำท่า (mmH_2O/ha)

q_p = อัตราการไหลสูงสุด (m^3/s)

A_{hru} = ขนาดพื้นที่ในแต่ละ HRU (ha)

KUSLE = ค่าดัชนีความสามารถในการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erodibility factor) = $0.013 \text{ metric ton m}^2\text{hr} / \text{m}^3\text{-metric ton cm}$

CUSLE = ค่าดัชนีของพืชหรือสิ่งปกคลุมดิน (Cover & Management factor)

PUSLE = ค่าดัชนีของมาตรการที่ใช้ในการควบคุมการชะล้างพังทลาย (Support practice factor)

LSUSLE = ค่าดัชนีของความยาวความลาดชัน (Topographic factor)

CFRG = ค่า Coarse Fragment Factor

2.3.6 การกำหนดค่าพารามิเตอร์

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง SWAT นั้นต้องพิจารณาค่าที่มีความเหมาะสมและสำคัญที่สุดที่จะนำมาวิเคราะห์ประเมินผล และตรวจสอบก่อนการนำเข้าข้อมูลในแบบจำลอง SWAT ซึ่งพารามิเตอร์แต่ละชนิดของแบบจำลอง SWAT จะถูกจัดเก็บอยู่ในไฟล์แยกตามประเภทของพารามิเตอร์ ดังนี้

1. ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับดิน (SOL File)

ข้อมูลดินที่ใช้สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางเคมี ลักษณะทางกายภาพของดินจะควบคุมการเคลื่อนตัวของน้ำและอากาศไม่เท่ากัน และมีผลกระทบต่อกระบวนการหมุนเวียนของน้ำภายใน (HRU) และการใส่ค่าข้อมูลดิน (SOL) สำหรับการศึกษานี้ครั้งนี้ ได้ศึกษาเฉพาะลักษณะทางกายภาพของดินที่บ่งบอกคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินทั้งหมด โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ ดังนี้

1.1 ค่าของชื่อดินที่ระบุในตาราง (SNAM)

1.2 ค่าของชั้นดินแต่ละชุดดิน (NLAYERS) ซึ่งในแต่ละชุดดินสามารถมีค่าตั้งแต่ 1- 10

1.3 ค่าทางอุทกวิทยาของดินหรือกรุปของดิน (HYDGRP) หน่วยงานประเทศสหรัฐอเมริกา ได้จำแนกดินออกเป็น 4 กลุ่มทางอุทกวิทยาตามลักษณะการซึมของดิน คุณสมบัติของดินที่มีผลต่อน้ำท่า และอัตราการซึมของดินจะแตกต่างกันระหว่างดินแห้งกับดินอิ่มตัว นอกจากนี้ยังมีความลึกที่ส่งผลต่อการซึมของดินอีกด้วย โดยแบ่งตามคุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดินหรือกรุปของดิน ดังนี้

1.3.1 กรุป A (Low Runoff Potential) ดินที่มีอัตราการซึมสูง เมื่อดินเปียกอย่างทั่วถึง ซึ่งประกอบด้วยส่วนใหญ่ Sands หรือกรวด มีการระบายน้ำดีมาก

1.3.2 กรุป B ดินที่มีอัตราการซึมปานกลาง เมื่อดินเปียกอย่างทั่วถึง การระบายน้ำดีปานกลางถึงระดับดี เนื้อดินละเอียดปานกลางถึงเนื้อหยาบ

1.3.3 กรุป C ดินที่มีอัตราการซึมช้าเมื่อดินเปียกอย่างทั่วถึง ส่วนใหญ่มีชั้นดินขัดขวาง ทำให้การเคลื่อนไหวของน้ำลดลง เนื้อดินละเอียดปานกลางจนถึงละเอียด

1.3.4 กรุป D (High Runoff Potential) ดินที่มีอัตราการซึมช้ามาก เมื่อเปียกอย่างทั่วถึง ส่วนมากเป็นดินเหนียวที่มีความบวมน้ำสูง หรือดินที่มีระดับน้ำสูงถาวร ดินที่มีแอ่งดินเหนียวหรือ ชั้นดินเหนียวอยู่ หรือใกล้กับพื้นผิว และดินตื้นที่วางตัวอยู่บนชั้นที่น้ำผ่านไม่ได้ ดินเหล่านี้มีอัตราการชะลอตัวของการส่งผ่านน้ำมาก อัตราการซึมต่ำ แต่อัตราการไหลของน้ำผิวดินสูง ดังนั้นพื้นที่ใดที่มีดินชนิดนี้มากอาจจะทำให้เกิดน้ำท่วมได้

1.4 ค่าความลึกสูงสุดของชุดดิน (SOL_ZMX) สามารถใส่ค่าตั้งแต่ 0 - 3,500 มิลลิเมตร (หน่วยเป็น mm.)

1.5 ค่าช่องว่างของดินที่อากาศหรือน้ำสามารถเข้าไปได้ (ANION EXCL) สามารถใส่ค่าตั้งแต่ 0.01 - 1 แต่ส่วนใหญ่จะใส่ค่า 0.5 (หน่วยเป็น Fraction)

1.6 ค่ารอยแตกของดิน (SOL_CRK) สามารถใส่ค่าตั้งแต่ 0 - 1 แต่ส่วนใหญ่จะใส่ค่า 0.5 (หน่วยเป็น m^3/m^3)

1.7 ค่าพื้นผิวของชั้นดิน ที่สามารถระบุชุดดินแต่ละชุดดินเป็นตัวย่อเพื่อความเข้าใจ เช่น ถ้าชุดดินนั้นส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว จะพิมพ์เป็น C ย่อมาจาก Clay เป็นต้น

1.8 ค่าความลึกของชั้นดิน (SOL_Z) คือ ความลึกจากผิวดินไปที่ด้านล่างของชั้นดินสามารถใส่ค่าได้อยู่ในช่วง 0 - 3,500 มิลลิเมตร

1.9 ค่าความหนาแน่นของความชื้น (SOL_BD) สามารถใส่ค่าตั้งแต่ 0.9 - 2.5 (หน่วยเป็น g/cm^3)

1.10 ค่าปริมาณที่ดินสามารถเก็บน้ำไว้ได้ (SOL_AWC) คือ ค่าของน้ำที่อยู่ในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ (Available Water Capacity of The Soil Layer) คำนวณโดยการหักลบค่าของ

น้ำในดินที่สามารถนำไปใช้ได้ กับค่าของการเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent Wilting Point) สามารถใส่ค่าในช่วง 0 - 1 มิลลิเมตร/มิลลิเมตร

1.11 ค่าของปริมาณคาร์บอนในดิน (SOL_CBN) สามารถใส่ค่าตั้งแต่ 0.05 -10 (หน่วยเป็น % Soil Weight)

1.12 ค่าการนำน้ำของดิน (SOL_K_{sat}) คือ ค่าของการนำน้ำที่เกี่ยวข้องกับดิน (Saturated Hydraulic Conductivity) อัตราการไหลของน้ำ (Flux Density) และ Hydraulic Gradient เป็นตัวชี้วัดการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านดิน สามารถใส่ค่าในช่วง 0 - 2,000 มิลลิเมตร/ชั่วโมง

1.13 ค่าดินเหนียว (SOL_CLA) คือ ร้อยละของอนุภาคดินที่มีน้อยกว่า 0.002 มิลลิเมตรเทียบเท่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (หน่วยเป็น % Soil Weight)

1.14 ค่าดินทรายแป้ง (SOL_SILT) คือ ร้อยละของอนุภาคดินที่เทียบเท่าเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.05 และ 0.002 มิลลิเมตร (หน่วยเป็น % Soil Weight)

1.15 ค่าดินทราย (SOL_SAND) คือ ร้อยละของอนุภาคดินที่เส้นผ่าศูนย์กลาง ระหว่าง 2.0 และ 0.05 มิลลิเมตร (หน่วยเป็น % Soil Weight)

1.16 ค่าหินแข็ง (ROCK) คือ ร้อยละของอนุภาคดินที่เส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0 - 100 มิลลิเมตร (หน่วยเป็น % Soil Weight)

1.17 ค่าการสะท้อนแสงของดินที่มีความชื้น หรือหน้าดินเปิดโล่ง (SOL_ALB) เช่น ถ้าพื้นที่เป็นแหล่งน้ำจะไม่มีการสะท้อนแสง ค่าจะเป็น 0 แต่ถ้าเป็นพื้นที่ที่มีหิมะหรือผิวน้ำดินเปิดโล่ง ค่าการสะท้อนแสงจะมาก เป็นต้น สามารถใส่ค่าในช่วง 0 - 0.25 (หน่วยเป็น Fraction)

1.18 ค่าการสึกกร่อนของดินในแต่ละปัจจัย (USLE_K) สามารถใส่ค่าในช่วง 0 - 0.65

1.19 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (SOL_EC) สามารถใส่ค่าในช่วง 0 - 100 (หน่วยเป็น dS/m)

2. ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับสภาพอากาศ (WGN File)

SWAT ต้องการปริมาณน้ำฝนรายวัน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด รังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ ค่าสำหรับพารามิเตอร์ทั้งหมดเหล่านี้ อาจจะได้จากการบันทึกข้อมูลที่สังเกตได้ หรือค่าเฉลี่ยนำเข้าข้อมูลในรูปแบบข้อมูลสถิติที่จำเป็นในการสร้างข้อมูลภูมิอากาศรายวัน สำหรับตัวแทนของกลุ่มน้ำย่อย จะถูกใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ ในแบบจำลองไวท์ไฟล์ (WGN) โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ ดังนี้

2.1 อุณหภูมิสูงสุด (TMPMX) คือ เป็นค่าเฉลี่ยรายวันของอุณหภูมิสูงสุดที่ต้องใส่ค่าในแต่ละเดือน สามารถใส่ค่าในช่วง -30 - 50 °C

2.2 อุณหภูมิต่ำสุด (TMPMN) คือ ค่าเฉลี่ยรายวันของอุณหภูมิต่ำสุด ที่ต้องใส่ค่าในแต่ละเดือน สามารถใส่ค่าในช่วง 40 - 40 °C

2.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอุณหภูมิสูงสุด (TMPSTDMX) คือ เป็นค่าความแปรผันของค่าอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละเดือน สามารถใส่ค่าในช่วง 0.1 - 100 °C

2.4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอุณหภูมิต่ำที่สุด (TMPSTDMN) คือ เป็นค่าความแปรผันของค่าอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละเดือน สามารถใส่ค่าในช่วง 0.1 - 30 °C

2.5 ค่าเฉลี่ยของน้ำฝนรายเดือน (PCPMM) คือ ค่าเฉลี่ยของน้ำฝนรายเดือน สามารถใส่ค่าในช่วง 0 - 6000 มิลลิเมตร

2.6 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำฝนรายเดือน (PCPSTD) คือ เป็นค่าแปรผันของค่าน้ำฝนในแต่ละเดือน สามารถใส่ค่าในช่วง 01 - 50 มิลลิเมตร

2.7 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ของน้ำฝน (PCPSKW) คือ ค่าเกี่ยวกับการกระจายน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย มีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ของน้ำฝน สามารถใส่ค่าในช่วง 50 - 20 มิลลิเมตร ดังสมการที่ 2.8

$$g_{mon} = \frac{N \sum_{d=1}^N (R_{day,mon} - R_{mon})^3}{(N-1)(N-2)(Q_{mon})^3} \quad (2.8)$$

โดย:

g_{mon} = ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ของน้ำฝน

N = ค่าทั้งหมดของข้อมูลน้ำฝนรายวันที่บันทึกไว้ในแต่ละเดือน

$R_{day,mon}$ = ค่าปริมาณน้ำฝน (mm)

Q_{mon} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.8 ค่าเฉลี่ยของฝนรายวัน (PCPD) คือ ค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจำนวนปีข้อมูล

2.9 ค่าความเป็นไปได้ของวันที่ฝนตก (PR_W1) คือ ปริมาณฝนตกมากกว่า 10 มิลลิเมตร และวันที่ไม่มีฝนตกคือ วันที่ปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 0 มิลลิเมตร หรืออาจกล่าวได้ว่าวันที่มีฝน 1 วัน ไม่มีฝน 1 วัน

2.10 ค่าความเป็นไปได้ของวันที่ฝนตก (PR_W2) คือ ปริมาณน้ำฝน 2 วัน ไม่มีฝน 2 วัน

2.11 ปริมาณน้ำฝนสูงสุดภายในเวลา 30 นาที (RAINHHMX) คือ ค่าที่แสดงถึงปริมาณน้ำฝน 30 นาที ที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในการบันทึกข้อมูล

2.12 ค่าความเร็วลม (WINDAV) คือ ค่าเฉลี่ยรายวันของความเร็วลมในแต่ละวัน (หน่วยเป็น m/s)

2.13 ค่ารังสีจากดวงอาทิตย์ (SOLARAV) คือ ค่าเฉลี่ยรายวันของรังสีจากดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน (หน่วยเป็น $M/m^2/day$)

3. ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRU File) คือ หน่วยของพื้นที่ลุ่มน้ำหนึ่งที่มีองค์ประกอบจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุดดิน และความลาดชันเป็นตัวกำหนดลักษณะอุทกวิทยาของพื้นที่นั้น

4. ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) เป็นการระบุประเภทการใช้ที่ดินในแต่ละ HRU (โอฬาร เวศอุไร, 2548)

2.4 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)

อุทัย สุขสิงห์ (2548) ระบบภูมิสารสนเทศ หมายถึง ระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ทำหน้าที่จัดการข้อมูลของสิ่งต่าง ๆ บนโลกให้อยู่ในระบบเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลแต่ละชนิดมีการอ้างอิงพิกัดตำแหน่งและอยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล ซึ่งเป็นการผสมผสานกระบวนการวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ร่วมกับระบบข้อมูลแผนที่ และระบบฐานข้อมูล ดังนั้นระบบภูมิสารสนเทศจึงเป็นฐานข้อมูลที่อ้างอิงตำแหน่งบนแผนที่แบบดิจิทัล สิริพร กมลธรรม (2548) กล่าวว่าระบบภูมิสารสนเทศ เป็นระบบสารสนเทศข้อมูลเชิงพื้นที่หรือข้อมูลที่มีพิกัดระบบการผสมผสานการทำงานระหว่างกระบวนการ และวิธีวิเคราะห์ร่วมกับระบบฐานข้อมูลที่มีการอ้างอิงพิกัด ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จึงหมายถึงระบบของการให้คำตอบในเชิงพื้นที่ ซึ่งใช้เทคโนโลยีเพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ เริ่มต้นตั้งแต่การรวบรวมและนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ การกำหนดเงื่อนไขสำหรับเลือกใช้ข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ หรือสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ และในท้ายที่สุดจะทำการแสดงผล ซึ่งจะเป็นการตอบคำถามในเชิงพื้นที่ให้แก่ผู้ใช้ฐานข้อมูลเป็นองค์ประกอบสำคัญในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สุระ พัฒนเกียรติ (2534) เป็นกระบวนการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (hardware) ซอฟต์แวร์ (software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (geographic data) และการออกแบบ (personnel design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือหมายถึงการใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บ และการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกโดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ นั้นเอง

อดิศักดิ์ เพชรจรูส (2544) สรุปว่าระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการกับข้อมูลทางภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ การบันทึกข้อมูล และการจัดเก็บข้อมูลไว้อย่างเป็นระบบ และหมวดหมู่ สามารถที่จะแก้ไข ปรับปรุงเปลี่ยนแปลง และวิเคราะห์ข้อมูลได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ได้ในแต่ละด้าน

ขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การนำข้อมูลมาใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อนำมาประมวลผลหรือการวิเคราะห์มีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้การนำเข้าข้อมูล เป็นขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้เป็นข้อมูลเชิงเลข (digital data) โดยใช้เครื่องมือดิจิทัลไฮเตอร์ เครื่องกวาดภาพ (scanner) (อดิศักดิ์ เพชรจรูส, 2544) และทำได้โดยการกำหนดจุดค่าที่พิกัดทางภูมิศาสตร์ (ground control point: GCP) ตามโครงพิกัดต่าง ๆ

- การตรวจสอบความถูกต้อง และการแก้ไขข้อมูลซึ่งเป็นขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลที่ได้นำเข้าบางข้อมูลอาจจะต้องมีการแก้ไขหรือปรับแต่งเพื่อให้เหมาะสมกับงานด้านต่าง ๆ ตามผู้ใช้งาน

- การจัดการกับฐานข้อมูล เป็นการจัดเก็บข้อมูลแยกเป็นหมวด สร้างแฟ้ม และจัดรูปแบบโครงสร้างเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อง่ายต่อการปรับแก้ และเรียกใช้ข้อมูลในแต่ละเรื่อง

- การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำข้อมูลเชิงพื้นที่หลาย ๆ ชั้นข้อมูล (Layer) มาซ้อนทับกัน (Overlay) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ และกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ รวมทั้งยังสามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการวิเคราะห์ในระดับต่อ ๆ ไปได้อีกด้วย (อดิศักดิ์ เพชรจรูส, 2544)

- การแสดงผลข้อมูล ในระบบ GIS สามารถแสดงผลออกมาได้ในลักษณะของแผนที่หรือตาราง แสดงผลข้อมูลออกมาได้ทั้งในจอคอมพิวเตอร์ หรือพิมพ์ออกมาเป็นภาพ

ขั้นตอนและหลักการซ้อนทับ (Overlay)

การซ้อนทับข้อมูลเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญและเป็นพื้นฐานทั่วไปในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยจะนำข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีข้อมูลหลายชั้นข้อมูลร่วมกันโดยข้อมูลเหล่านั้นจะต้องอยู่ในบริเวณเดียวกัน และมีคุณลักษณะต่างกัน โดยผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ และเพื่อใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

- หลักการในการซ้อนทับข้อมูล

- โดยทั่วไปในการซ้อนทับข้อมูลแผนที่จะอาศัยจุดคู่ควบ (x,y) และข้อมูลเชิงบรรยายจะถูกสร้างขึ้นใหม่ หลังจากที่เราทำการ overlay ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

- การซ้อนทับข้อมูลอาจจะใช้กระบวนการทางเลขคณิต (arithmetic) (เช่น การบวก, ลบ, คูณ,หาร)

- รูปแบบของการซ้อนทับข้อมูล

- การทำ Buffer เป็นการหาระยะทางให้ห่างจากรูปแบบภูมิศาสตร์ (Features) ที่กำหนดโดยที่การจัดท ำ Buffer เป็นการวิเคราะห์พื้นที่เพียง 1 Theme ซึ่งเป็นการสร้างพื้นที่

ล้อมรอบ Graphic Features (Point, Line and Polygon) ของ 1 theme ที่ได้คัดเลือกไว้บางส่วน หากไม่ได้เลือกจะทำ buffer ทั้ง theme ผลที่ได้รับคือ theme ใหม่ ที่มีขนาดความกว้างของพื้นที่ จากตำแหน่งที่เลือก เท่ากับขนาดของ Buffer ที่ได้กำหนดมีหน่วยเป็นเมตร

- การตัดข้อมูล Clip เป็นการตัดข้อมูลแผนที่ออกจาก Theme เป้าหมาย (Theme to be clipped) กับ แผนที่หรือพื้นที่ที่ใช้ตัด

- การเชื่อมต่อแผนที่ MapJoin และ Merge เป็นการรวม Graphic Features จากหลาย theme เข้าเป็น Theme เดียว MapJoin โดยสามารถดำเนินการทั้งข้อมูลที่เป็น Point, Line และ Polygon เพื่อเป็นการเชื่อมต่อแผนที่ที่มีพิกัดภูมิศาสตร์อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน หรือต่อกัน

- การรวมขอบเขตข้อมูล Dissolve ใช้ฟังก์ชันนี้ เพื่อรวมข้อมูลพื้นที่ (Polygon) มีคุณสมบัติหรือ attribute ที่เหมือนกัน และอยู่ติดกันเข้าด้วยกัน เพื่อช่วยลดความซ้ำซ้อนของ Theme ให้น้อยลง ซึ่งเป็นการเอาเส้นขอบเขตของพื้นที่ที่มีค่าเหมือนกันในหนึ่งหรือหลาย Fields ออกไป

- การขจัดข้อมูล Eliminate เป็นคำสั่งที่ใช้รวม Polygon ที่ได้ทำการเลือกไว้แล้ว (เช่น Polygon ที่มีขนาดเล็ก) โดยการเรียกค้น (Query) การเลือกโดยตรงเข้ากับ Polygon ข้างเคียง ใน ระยะ snap tolerance ที่กำหนดไว้ โดยการลบเส้นที่ยาวที่สุดของ Polygon ที่ถูกเลือก โดยส่วนใหญ่ใช้ในการลบข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน ส่วนของ noise หรือ ส่วนที่มีเนื้อที่น้อย ออกไปแล้วทำการรวมให้เป็นเนื้อที่ส่วนใหญ่ (Dominant)

- การลบข้อมูล Erase การลบข้อมูลจากแผนที่ (Graphic feature) จากแผนที่หนึ่ง (in-theme) โดยการใช้อีกแผนที่หนึ่งเป็นกรอบ (The erase-theme) ที่มีพื้นที่ซ้อนทับกัน อาจเป็น Polygon, line, point หรือ multi-point คล้ายกับการ Clip แต่การ Erase cover เป็นการเหลือข้อมูลที่อยู่นอก erase-theme

- การซ้อนทับข้อมูลแบบ Identity เป็นการซ้อนทับ (Overlay) ข้อมูลเชิงพื้นที่ 2 themes โดยจะยึดขอบเขตของแผนที่ต้นฉบับ (In-Theme) เป็นหลัก จะรักษาข้อมูลเชิงคุณลักษณะของทั้ง 2 themes เข้าไว้ด้วยกัน หรือตรรกศาสตร์ logical (เช่น AND, OR, XOR, etc.)

- การซ้อนทับข้อมูลแบบ Intersect เป็นการซ้อนทับ (Overlay) ข้อมูลระหว่าง theme 2 themes โดย Theme ผลลัพธ์ (Out-Theme) จะอยู่ในทั้งขอบเขตพื้นที่ (map extent) ของทั้ง 2 theme ไม่เกินจากข้อมูลทั้ง 2 Theme จะต้องเป็น Polygon เท่านั้น

- การซ้อนทับข้อมูลแบบ Union เป็นการซ้อนทับแบบ Intersect Overlays two themes and preserves only features that intersect เป็นการซ้อนทับ (Overlay) ข้อมูลระหว่าง theme 2 themes โดย Theme ผลลัพธ์ (Out-Theme) จะอยู่ในขอบเขตพื้นที่ (map extent)

ของทั้ง 2 theme ไม่เกินจากข้อมูลทั้ง 2 Theme ทั้งนี้ in - theme เป็นได้ทั้ง Point, Line และ Polygon

- การหาระยะทางระหว่างข้อมูล 2 Theme - Near เป็นการแทนที่พื้นที่ Theme หนึ่งโดย Theme อื่น ๆ โดยเป็นการซ้อนทับระหว่าง in - Theme กับ Update - theme (เฉพาะข้อมูลที่เป็นพื้นที่ Polygon) out - theme จะประกอบด้วย Field ทั้งหมดของ 2 Theme

- การปรับแก้ข้อมูลพื้นที่บางส่วน Update เป็นการแทนที่พื้นที่ Theme หนึ่ง โดย Theme อื่น ๆ ซึ่งการซ้อนทับระหว่าง in - Theme กับ Update - theme (เฉพาะข้อมูลที่เป็นพื้นที่ Polygon) out - theme จะประกอบด้วย Field ทั้งหมดของ 2 Theme

2.5 การสำรวจระยะไกล

การสำรวจจากระยะไกล เป็นวิชาค่อนข้างใหม่เพราะเริ่มบัญญัติศัพท์นี้ เมื่อปี พุทธศักราช 2503 โดยประเทศสหรัฐอเมริกาวิชานี้ เป็นวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแขนงหนึ่งที่ใช้ในการบ่งบอก จำแนกหรือวิเคราะห์คุณลักษณะของวัตถุ และพื้นที่โดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง (จำลอง แปลก สระน้อย, 2549)

หลักการเบื้องต้นในการสำรวจจากระยะไกล

เชาวลิต ศิลปทอง (2540) กล่าวว่า การบันทึกข้อมูลจากระยะไกล สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน แหล่งพลังงาน (Source) ที่เป็นต้นกำเนิดของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาจากสามแหล่ง คือ พลังงานจากดวงอาทิตย์ การแผ่พลังงานความร้อนจากพื้นผิวโลกและระบบบันทึกข้อมูล ในขณะที่มี การทำงานนั้นจะเกิดขบวนการ การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) การนำความร้อน (Conduction) และการพาความร้อน (Convection)

- ปฏิกริยาที่มีต่อพื้นผิวโลก เป็นปริมาณของการแผ่รังสี หรือการสะท้อนพลังงานจากพื้นผิวโลก ซึ่งจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุบนพื้นโลก เนื่องจากวัตถุต่างชนิดกันจะมีสมบัติในการสะท้อนแสงและการส่งพลังงานความร้อนแตกต่างกันในแต่ละช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความแตกต่างนี้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการจำแนกประเภทของวัตถุต่าง ๆ

- ปฏิกริยาที่มีต่อบรรยากาศ และเครื่องบันทึกข้อมูลพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในชั้นบรรยากาศจะถูกกระจัดกระจาย (Scatter) โดยธาตุองค์ประกอบของบรรยากาศซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณภาพของภาพข้อมูล

- เครื่องวัดจากระยะไกล (Remote Sensor) หรือเครื่องบันทึกพลังงานที่สะท้อนจากพื้นผิวของวัตถุ เช่น กล้องถ่ายรูป หรือเครื่องกวาดภาพ เป็นต้น เครื่องวัดนี้ จะถูกติดตั้งไว้ในยานสำรวจ (Platform) ได้แก่ เครื่องบินหรือดาวเทียม

• การแปลตีความข้อมูลจากดาวเทียมด้วยสายตา การแปลตีความข้อมูลจากดาวเทียมด้วยสายตา (Visual Interpretation) ใช้องค์ประกอบหลักที่สำคัญ (Elements of Interpretation) ได้แก่

- ความเข้มของสี และสี (Tone/Color) ระดับความแตกต่างของความเข้มของสีหนึ่ง ๆ มีความสัมพันธ์กับค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น และการผสมสีของช่วงคลื่นต่าง ๆ เช่น น้ำในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ถูกดูดกลืนทำให้ปรากฏเป็นสีดำ ในภาพสีผสมพิชพรรณปรากฏเป็นสีแดงเมื่อกำหนดให้ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้เป็นสีแดงช่วงคลื่นสีแดงกำหนดให้เป็นสีเขียว และช่วงคลื่นสีเขียวกำหนดให้เป็นสีน้ำเงิน

- ขนาด (Size) ขนาดของภาพวัตถุที่ปรากฏในข้อมูลจากดาวเทียมขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ และมาตราส่วนของข้อมูลจากดาวเทียม เช่น ความยาว ความกว้าง หรือพื้นที่ แสดงให้เห็นความแตกต่างของขนาดระหว่างแม่น้ำ และลำคลอง

- รูปร่าง (Shape) รูปร่างของวัตถุที่เป็นเฉพาะตัวอาจสม่ำเสมอ (Regular) หรือไม่สม่ำเสมอ (Irregular) วัตถุที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างส่วนใหญ่เป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น สนามบิน พื้นที่นาข้าว ถนน คลองชลประทาน และเขื่อนเก็บกักน้ำ เป็นต้น

- เนื้อภาพ (Texture) หรือความหยาบละเอียดของผิววัตถุ เป็นผลมาจากความแปรปรวนหรือความสม่ำเสมอของวัตถุ เช่น น้ำมีลักษณะเรียบ และป่าไม้มีลักษณะขรุขระ เป็นต้น

- รูปแบบ (Pattern) ลักษณะการจัดเรียงตัวของวัตถุปรากฏเด่นชัดระหว่างความแตกต่างตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แม่น้ำ คลอง กับคลองชลประทาน บ่อ และสระนากับเขื่อน เป็นต้น

- ความสูงและเงา (Height and Shadow) เงาของวัตถุมีความสำคัญในการคำนวณหาความสูง และมุมสูงของดวงอาทิตย์ เช่น เงาบริเวณเขาหรือหน้าผา เงาของเมฆ เป็นต้น

- ที่ตั้ง (Site) หรือตำแหน่งของวัตถุที่พบตามธรรมชาติ เช่น พื้นที่ป่าชายเลนพบบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง สนามบินอยู่ใกล้แหล่งชุมชน เป็นต้น

- ความเกี่ยวพัน (Association) หมายถึงความเกี่ยวพันขององค์ประกอบทั้ง 8 ที่กล่าวมา เช่น บริเวณที่มีต้นไม้เป็นกลุ่ม ๆ มักเป็นที่ตั้งของหมู่บ้าน ไร่เลื่อนลอยอยู่ในพื้นที่ป่าไม้บนเขา นาทุ่งอยู่บริเวณชายฝั่งรวมกับป่าชายเลน เป็นต้น

- การแปลตีความภาพเพื่อจำแนกวัตถุ การแปลตีความภาพเพื่อจำแนกวัตถุได้ดีและถูกต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างพร้อม ๆ กันไปตามความยากง่าย และมาตราส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจไม่แน่นอนเสมอไปรูปร่าง สี และขนาดอาจใช้เป็นองค์ประกอบในการแปลตีความภาพพื้นที่หนึ่งหรือลักษณะหนึ่ง ส่วนอีกบริเวณอื่นของพื้นที่

เดียวกันอาจต้องใช้ข้อประกอบอีกอย่างก็ได้ นอกจากนี้จำเป็นต้องนำข้อมูลจากดาวเทียมอีก 3 ลักษณะมาประกอบการพิจารณา คือ

1. ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุ (Spectral Characteristic) ซึ่งสัมพันธ์กับความยาวช่วงคลื่นแสงในแต่ละแบนด์โดยวัตถุต่าง ๆ สะท้อนแสงในแต่ละช่วงคลื่นไม่เท่ากัน ทำให้สีของวัตถุในภาพแต่ละแบนด์แตกต่างกันในระดับสีขาว-ดำ ซึ่งทำให้สีแตกต่างในภาพสีผสมด้วย

2. ลักษณะรูปร่างของวัตถุที่ปรากฏในภาพ (Spatial Characteristic) แตกต่างตามมาตราส่วนและรายละเอียดภาพจากดาวเทียม เช่น MSS วัตถุหรือพื้นที่ขนาด 80×80 เมตร จึงจะปรากฏในภาพ และระบบ PLA มีขนาด 10×10 เมตร เมื่อคุ้นเคยกับลักษณะรูปร่างวัตถุ ทำให้ทราบลักษณะที่จำลองในภาพจากดาวเทียม

3. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา (Temporal Characteristic) ซึ่งจะทำให้สถานะของวัตถุต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลง เช่น การเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงรายปี หรือรายคาบ เป็นต้น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้มีความแตกต่างของระดับสีในภาพขาวดำ และภาพสีผสม ทำให้เราสามารถใช้อ้างอิงข้อมูลดาวเทียมที่ถ่ายซ้ำที่เดิม ในช่วงเวลาต่าง ๆ มาติดตามการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น สามารถติดตามการบุกรุกทำลายป่า การเติบโตของพืชตั้งแต่ปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว เป็นต้น

2.5.1 กระบวนการก่อนการประมวลผลภาพ (Pre-processing)

2.5.1.1 การประมวลผลภาพด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ Image processing

ขั้นตอนกระบวนการก่อนการประมวลผลภาพ (Pre-processing)

การปรับแก้ภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (Data Error) สัญญาณที่รบกวน (Noise) และความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการถ่ายภาพ การบันทึกข้อมูลสัญญาณ การสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การส่งสัญญาณ และการโคจรของดาวเทียม มีกระบวนการปรับแก้ 2 กระบวนการที่ต้องกระทำ ดังนี้

- การตรวจแก้คลื่นรังสี (Radiometric Correction) ก่อนที่จะส่งข้อมูลจากระยะไกลให้กับผู้ใช้งานข้อมูลเหล่านี้ จะต้องผ่านการตรวจแก้คลื่นรังสีจากสถานีรับสัญญาณดาวเทียมภาคพื้นดินมาแล้วระดับหนึ่ง แต่บางครั้งยังปรากฏข้อบกพร่องทางเชิงคลื่น เนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น การรบกวนจากชั้นบรรยากาศ หรือจากความบกพร่องของเครื่องรับสัญญาณ ทำให้เกิดความไม่ชัดเจนพรมามีลายเส้นปะปน (Strip/Noise) ปรากฏบนข้อมูลจากดาวเทียม ปัญหาอีกด้าน

หนึ่งที่จะต้องมีการตรวจแก้คลิ่นรังสี คือ เมื่อต้องการใช้ข้อมูลหลายช่วงเวลาเพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่งต้องทำการปรับแก้ค่ามุมยกของดวงอาทิตย์ (Sun Elevation Correction) ที่เปลี่ยนแปลงไปตามแต่ละช่วงเวลา และแต่ละฤดูกาล การแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำได้โดยการตรวจแก้คลิ่นรังสี พร้อมทั้งต้องมีรายละเอียดตัวแปร (Parameters) เกี่ยวกับการรับสัญญาณมุมที่ดาวเทียมกระทำกับแสงดวงอาทิตย์ (Solar Illumination Angles) ค่ารังสีตกกระทบ (Irradiance) การกระจายแสงในเส้นทางผ่าน (Path Radiance) ค่าการสะท้อนของวัตถุเป้าหมาย (Reflectance of Target) ค่าการส่งผ่านของบรรยากาศ เป็นต้น และข้อมูลสถานะอากาศ ในขณะที่ทำการบันทึกข้อมูล การปรับแก้มีกรรมวิธีในการคำนวณที่ซับซ้อนมาก โดยต้องใช้ซอฟต์แวร์ที่มีโปรแกรมเฉพาะสำหรับการตรวจแก้คลิ่นรังสี ซึ่งโดยทั่วไปการแก้ไขข้อบกพร่องเชิงคลิ่นจะต้องทำได้แก่ การชดเชยค่าการสะท้อนที่บิดเบือนของสถานะอากาศ (Haze Compensation) เกิดขึ้นจากการกระจัดกระจายแสงในบรรยากาศ จึงทำให้เกิดการสลัวของแสง (Haze) ทำให้ภาพมีลักษณะไม่ชัดเจน ไม่คมชัดการแก้ไขทำได้โดยการลดผลการกระจัดกระจายแสงในบรรยากาศให้น้อยที่สุด โดยการเปรียบเทียบค่าความสว่างทั่วไปกับค่าความสว่างต่ำที่สุด (Zero Reflectance) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุที่ดูดกลืนพลังงานมาก เช่น น้ำใสจะมีการดูดกลืนสูงมากในช่วงคลื่นอินฟราเรด

- การเปลี่ยนค่าความสว่างเป็นค่าการแผ่รังสีสมบูรณ์ (Conversion of Digital Numbers to Absolute Radiance Value) เป็นการตรวจแก้คลิ่นรังสีอีกวิธีหนึ่ง โดยการแปลงค่าความสว่างเป็นค่าการแผ่รังสี คำนวณจากข้อมูลค่าการแผ่รังสีสูงสุด และการแผ่รังสีต่ำสุดในแต่ละช่วงคลื่นตามสูตรต่อไปนี้

$$L = [(L_{MAX}-L_{MIN})] \times DN + L_{MIN} \quad (2.9)$$

โดย:

L = ค่าการแผ่รังสีตามช่วงคลื่น (Spectral Radiance)

L_{MAX} = ค่าการแผ่รังสีสูงสุด ซึ่งแปลงจากค่าความสว่างสูงสุดในช่วงคลื่นนั้น

($DN = 255$)

L_{MIN} = ค่าการแผ่รังสีต่ำสุด ซึ่งแปลงจากค่าความสว่างต่ำสุดในช่วงคลื่นนั้น

($DN = 0$)

DN = ค่าการสะท้อนของจุดภาพ (Digital Number)

- การลบสัญญาณรบกวน (Noise Removal) ผลจากความบกพร่องของเครื่องรับสัญญาณมีผลให้เกิดสัญญาณรบกวนในข้อมูลภาพ หรือข้อมูลส่วนนั้นสัญญาณขาดหายไป ปรากฏเป็นลายเส้นแทรกอยู่ในเนื้อภาพหรือเป็นจุดกระจายไปทั่วภาพ (Salt and Pepper Effect) การแก้ไขทำได้โดยใช้ตัวกรองภาพแบบค่าเฉลี่ยเลขคณิต หรือค่ากึ่งกลางเลขคณิต (Mean or Median Filters) มา

คำนวณค่าเฉลี่ยจากจุดภาพอื่นที่อยู่โดยรอบบริเวณที่สัญญาณหายไป และตัวกรองจำเพาะที่ใช้สำหรับกรองจุดกรองแต่ยังคงรักษาขอบเขต และเนื้อหาของจุดข้อมูล

- การตรวจแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ก่อนนำข้อมูลจากดาวเทียมไปใช้ประโยชน์มีความจำเป็นต้องปรับแก้เชิงเรขาคณิตเพราะพิกัดตำแหน่งของวัตถุต่างๆ มีความคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง เนื่องจากข้อบกพร่องทางเครื่องรับสัญญาณ และรูปลักษณะของวัตถุการตรวจแก้เชิงเรขาคณิตมีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น เมื่อต้องการนำข้อมูลจากระยะไกลไปใช้งานร่วมกับข้อมูลเชิงแผนที่อื่น ๆ เพื่อให้สามารถซ้อนทับกันได้

- การหาจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point) การตรวจแก้เชิงเรขาคณิตจะมีความถูกต้องมาก หรือน้อยขนาดไหนขึ้นอยู่กับวิธีการเลือกจุดควบคุมภาคพื้นดิน จุดควบคุมภาคพื้นดิน เป็นจุดที่ตำแหน่งใดก็ได้บนข้อมูลจากดาวเทียม และปรากฏได้ชัดเจนเป็นจุดเดียวกันบนข้อมูลอ้างอิงจุดควบคุมภาคพื้นดินที่ตีส่วนใหญ่ต้องเป็นจุดที่มีความคงที่ของรูปทรง โดยเฉพาะในระหว่างเวลาที่มีข้อมูลจากระยะไกล และข้อมูลอ้างอิงต้องเป็นจุดที่สังเกตได้ง่าย ได้แก่ จุดตัดของวัตถุต่าง ๆ (เช่น สี่แยกถนนตัดกัน แปลงนา มุมของอาคาร ฯลฯ) จุดที่โดดเด่น (เช่น ต้นไม้ในนาข้าว บ้านกลางนาเกลือ พื้นที่หินโผล่นกเขาโดดเขา) โดยอาศัยการสังเกตความแตกต่างของค่าความสว่างระหว่างวัตถุที่แตกต่างกันมาประกอบการพิจารณา จุดควบคุมภาคพื้นดินควรมีจำนวนมากพอ และกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ศึกษาดีมากก็จุดก็ได้เพื่อควบคุมการแปลงพิกัดให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ถ้าจุดควบคุมภาคพื้นดินไปรวมกลุ่มอยู่เฉพาะบางบริเวณความถูกต้องบริเวณนั้นจะมีมากกว่าบริเวณที่มีจุดควบคุมภาคพื้นดินน้อยกว่า

- การคำนวณการตรวจแก้เชิงเรขาคณิต ประกอบด้วย การคำนวณ 2 ขั้นตอน คือ • การแปลงค่าพิกัด (Geometric Coordinate Transformation) ระหว่างข้อมูลภาพเริ่มต้น (x_1, y_1) และพิกัดภูมิศาสตร์ (x, y) มีการตรวจแก้เชิงเรขาคณิตโดยใช้สูตรของสมการเชิงเส้นเพื่อหาตำแหน่งพิกัดใหม่กระบวนการนี้ เรียกว่า การประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) การตรวจสอบความถูกต้องของการตรวจแก้คำนวณโดยใช้หลักการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Regression Method) การหาค่าความถูกต้องคำนวณจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนจากแต่ละจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Root Method) การหาค่าความถูกต้องคำนวณจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนจากแต่ละจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Root Mean Square Error : RMS error) โดย RMS error จะบอกได้ว่า จุดควบคุมภาคพื้นดินมีตำแหน่งพิกัดใกล้เคียงกับพิกัดอ้างอิงเพียงใด (มีหน่วยเป็นจุดภาพ) โดยมากยอมรับค่าที่มีค่าบวกหรือลบไม่เกิน 1 จุดภาพ ถ้าค่า RMS error มีค่าสูง หมายความว่าความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งยังมีมากสามารถคำนวณเป็นหน่วยเมตริก โดยนำค่า RMS error คูณกับขนาดของจุดภาพ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ SWAT Model

กิตติพงษ์ ธนาศิริยะกุล (2546) ทำการศึกษาสัมพัทธภาพลำนํ้าย่อยของประเทศไทยด้วยแบบจำลอง SWAT ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง SWAT/GIS สามารถรองรับปริมาณข้อมูลนำเข้าที่มีจำนวนมากได้อย่างดีและสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ผู้ใช้งานต้องมีความเข้าใจในกระบวนการทำงานของแบบจำลองอย่างถูกต้อง ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างสัมพัทธ์ของค่านํ้าท่วม (Total Flow) นํ้าท่าผิวดิน (Surface runoff) และการไหลของนํ้าใต้ดิน (Base flow) ที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลสถานีวัดนํ้าบ้านหลวง (P64) มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.67 -1.66 และ 1.14 ตามลำดับและสถานีวัดนํ้า PN8 มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.77 0.58 และ -4.33 ตามลำดับ

จตุพร ปัญญาวัฒน์ (2553) ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT2000/GIS ในการประเมินการกระจายของธาตุอาหารเชิงพื้นที่จากลุ่มนํ้า อุตะเภาลงสู่ทะเลสาบสงขลา ผลการศึกษาพบว่า การประเมินการกระจายตัวของธาตุอาหารบริเวณปากคลองอุตะเภาลงสู่ทะเลสาบสงขลา ด้วยการใชแบบจำลอง SWAT2000/GIS ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เนื่องจากข้อมูลคุณภาพนํ้าหตุยภูมิบนลุ่มนํ้าอุตะเภาที่ได้จากหน่วยงานราชการยังไม่มีคุณภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ และตัวแปรในแบบจำลองไม่ครอบคลุมถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อธาตุอาหาร แต่สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการประเมินคุณภาพนํ้าในพื้นที่อื่นในประเทศไทยได้

บรรจงศักดิ์ พักสมบูรณ์ และคณะ (2560) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อปริมาณนํ้าท่าในลุ่มนํ้าท่าจันทอนบน โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา (Soil and Water Assessment Tool; SWAT) ในการประเมินปริมาณนํ้าท่าจากการใช้ประโยชน์ที่ดินจากเดือนมกราคม พ.ศ.2556 ถึงเดือนธันวาคม 2557 (กรณี 1) และสอบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองจากข้อมูลการตรวจวัดของ 2 สถานี โดยปรับค่าสัมประสิทธิ์พารามิเตอร์ที่สำคัญ โดยใช้โปรแกรม SWAT CUP ซึ่งความถูกต้องและความเหมาะสมพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R²) ความแม่นยำ ของแบบจำลอง (NSE) และร้อยละของความแตกต่าง (MSE) พร้อมทั้งจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.2563 (กรณี 2) ผลการศึกษาที่ได้จากแบบจำลอง SWAT พบว่า ลุ่มนํ้าท่าจันทอนบน แบ่งออกเป็น 14 ลุ่มนํ้าย่อย และ 286 หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา จากการประยุกต์ใช้ แบบจำลอง SWAT ในช่วงกรณี 1 พบว่าลุ่มนํ้าท่าจันทอนบนมีปริมาณนํ้าท่าเท่ากับ 374.74 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ส่วนช่วง กรณี 2 คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จะเกิดขึ้นในปี พ.ศ.2563 พบว่า ปริมาณนํ้าท่าลดลง เท่ากับ 65.72 ล้าน ลูกบาศก์เมตรต่อปี เมื่อเทียบกับช่วงกรณี 1 เนื่องจากการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ผลัดใบและการเพิ่มขึ้นของพื้นที่พืชไร่

ปิยะวัฒน์ วุฒิชัยกิจเจริญ, พีรวัฒน์ ปลาเงิน และสมพินิจ เหมืองทอง (2559) ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลอง SWAT สามารถวิเคราะห์ปริมาณนํ้าท่าและตะกอนได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ในช่วงการ

สอบเทียบแบบจำลองและจากการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองพบว่าแบบจำลองสามารถวิเคราะห์ผลได้อยู่ในเกณฑ์พอใช้ จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าปริมาณน้ำท่าจะเพิ่มขึ้น 10% 15% 19% 23% และปริมาณตะกอนจะเพิ่มขึ้น 21% 36% 46% 55% เมื่อพื้นที่ป่าไม้ถูกลดเป็นพื้นที่เกษตรกรรมแทนในปริมาณ 10% 15% 20% และ 25% ตามลำดับ

ศรายุทธ วงษาศรี (2554) ทำการศึกษาปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำพอง จังหวัดหนองบัวลำภู โดยใช้แบบจำลอง SWAT ในช่วงปี พ.ศ. 2543 ถึง พ.ศ. 2553 ผลการศึกษา พบว่าแบบจำลองมีค่าพารามิเตอร์ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในพื้นที่และแบบจำลองที่ได้มีความน่าเชื่อถือค่า R^2 เท่ากับ 0.85 สามารถนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต อันส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำ เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การสร้างอ่างเก็บน้ำ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางเลือกในการจัดการน้ำต่อไป

โอฬาร เวศอุไร (2548) ทำการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน โดยใช้แบบจำลองอุทกวิทยา SWAT โดยใช้สถานี N.1 เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2517 - พ.ศ. 2545 และใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2520, พ.ศ. 2537 และพ.ศ. 2544 วิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยเลือกศึกษาใน 2 กรณีคือ ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปัจจุบันกับอดีตที่ผ่านมา (ใช้ปี พ.ศ. 2544 เทียบกับพ.ศ. 2520) และศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปัจจุบันกับกรณีสมมุติต่าง ๆ ในอนาคตแบ่งเป็น 3 เหตุการณ์ 1) มีการฟื้นฟูป่าไม้จนเกือบเต็มพื้นที่ 2) เพิ่มพื้นที่ทั้งด้านการเกษตรกรรมพื้นที่ทั้งด้านการอยู่อาศัยและพื้นที่เกษตรกรรม 3) มีการตัดไม้ทำลายป่าจนเกือบหมดพื้นที่และเปลี่ยนมาเป็นที่อยู่อาศัย ได้ผลของการวิเคราะห์ในกรณีที่ 1 ปริมาณน้ำที่ลดลงจากปัจจุบัน 13.9 % กรณีที่ 2 ค่าปริมาณน้ำมากกว่าปัจจุบัน 1 % ซึ่งถือว่ามีความเท่าเทียมเนื่องจาก การกำหนดให้มีการปลูกพืชในลักษณะลดหลั่นตามชั้นความสูงของพื้นที่และปลูกเป็นขั้นบันไดมีการวางตัวของพืชอย่างเป็นระเบียบและมีพืชที่ปกคลุมของต้นไม้มาก และกรณีที่ 3 จะได้ค่าปริมาณน้ำมากกว่าปัจจุบัน 11.5 %

Azocar, G et al. (2007) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land Use/Cover) ในระหว่างสองช่วงเวลาคือระหว่าง ค.ศ. 1955-1978 และ 1978-1998 ในเขตตัวเมือง Los Angeles ซึ่งตั้งอยู่ในภาคกลางของประเทศชิลี (Chile) โดยคณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากแบบจำลอง CA-Markov พร้อมทั้งวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวกับการเจริญเติบโตของประชากร พบว่าให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) = 0.95

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ CA-Markov

ธีรเวทย์ ลิ้มโกลลวิลาศ (2557) ทำการศึกษาขยายตัวของเมืองที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหรือการลดลงของพื้นที่เกษตรกรรมอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสามารถใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat เพื่อช่วยในการติดตามความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และจำแนกการใช้ที่ดินในอดีตถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2434, 2545 และ 2556) แบ่งการใช้ที่ดินเป็น 5 ประเภทได้แก่ ที่อยู่อาศัย ป่าไม้ เกษตรกรรม แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ โดยมีความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลเท่ากับร้อยละ 80 ข้อมูลที่ได้จากการจำแนกนำมาคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต การใช้ที่ดินที่อยู่อาศัย พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่แหล่งน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.42, 7.65 และ 1.42 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองตามลำดับ พื้นที่เกษตรกรรมมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 18.06 จากการคาดการณ์สัดส่วนการที่ได้จากแบบจำลอง CA-MARKOV ของลุ่มน้ำลำตะคองในปี 2567 พบว่า มีการใช้ที่ดินที่อยู่อาศัย และพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.71 และ 24.99 ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ มีแนวโน้มลดลงร้อยละ 60.90, 2.27 และ 2.12 โดยความถูกต้องของแบบจำลอง CA-MARKOV เท่ากับร้อยละ 70

ปฎิวิทย์ สาระพิน, อรุา บุษพาชาติ และณพล อนุตตรังกู (2558) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT- 5 ระบบ TM ในปี พ.ศ.2542, 2547 และ 2552 ร่วมกับแบบจำลองมาร์คอฟ เพื่อศึกษาศักยภาพของปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปศุสัตว์ การอุปโภคบริโภค และการรักษาสุขภาพธรรมชาติลำน้ำของบึงบอระเพ็ด ทั้งในปัจจุบันและอนาคตด้วยแบบจำลอง SWATและแบบจำลอง HEC 3 ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต (พ.ศ. 2562) ของพื้นที่เกษตรกรรมชุมชน และพื้นที่อื่น ๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนป่าไม้และแหล่งน้ำมีแนวโน้มลดลง และสมมูลน้ำมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับพื้นที่เกษตรกรรมอย่างมีนัยสำคัญ

Lingling, S. et al., (2011) ทำการศึกษาเรื่องการจัดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในเมืองและหมู่บ้านของเมือง Fangshan โดยใช้แบบจำลอง CA-Markov ในการศึกษาการใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจาก ค.ศ. 2001 2006 และ 2008 เพื่อคาดการณ์ปริมาณการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินใน ค. ศ. 2015 โดยแบบจำลอง Markov และกำหนดรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงพื้นที่โดยแบบจำลอง Cellular Automata ภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพ IDRISI

Tong, S.et al., (2012) ทำการศึกษาเรื่องการคาดการณ์ผลกระทบที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ค.ศ. 2050 โดยเลือกกลุ่มน้ำ Little Miami River (LMR) เป็นพื้นที่ศึกษา ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงทรัพยากรน้ำ คุณภาพน้ำจากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้แบบจำลองอุทกวิทยา HSPF (Hydrologic Simulation Program Fortran Model และใช้

แบบจำลอง CA-Markov ทำนายแบบรูปการใช้ประโยชน์ที่ดินใน ค.ศ. 2050 จากผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่งผลให้ลักษณะของลำน้ำในลุ่มน้ำพร้อมทั้งอัตราการไหลและสารอาหารที่เกิดขึ้นจากน้ำท่าที่มีการเปลี่ยนแปลง และยังพบว่าหากมีการจัดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมสามารถที่จะบรรเทาการขาดแคลนน้ำในปีที่มีน้ำน้อย ซึ่งการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแบบจำลองอุทกวิทยา HSPF จะช่วยในการวางแผนการจัดการบริหารน้ำได้อย่างถูกต้องในอนาคต

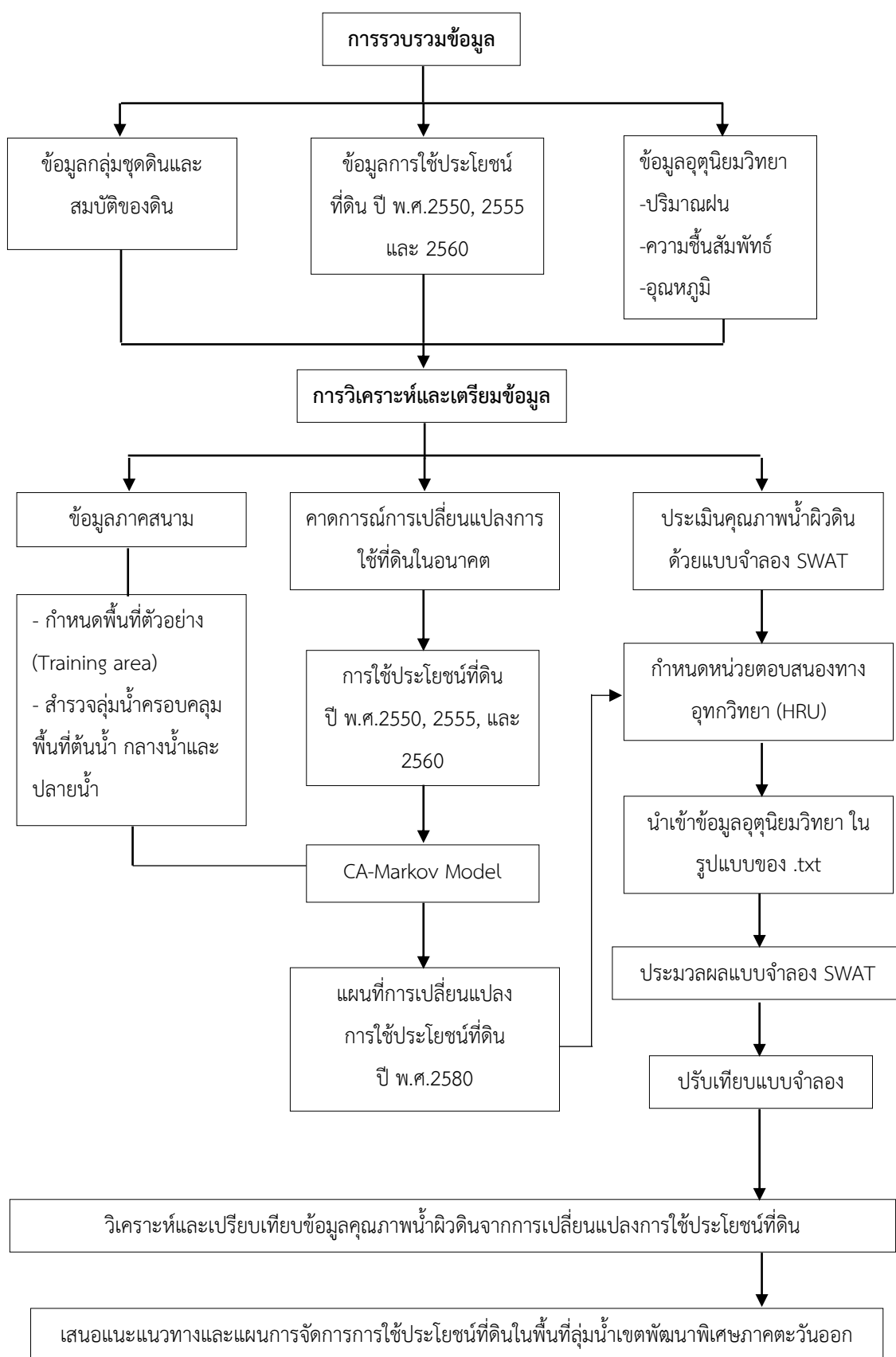
บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

สำหรับการดำเนินงานวิจัยในงานวิจัยนี้ คณะผู้จัดทำได้คิดค้นแนวทางวิธีการดำเนินการซึ่งมีรายละเอียดที่เกี่ยวกับการดำเนินการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเป็น 2 ขั้นตอนหลักคือ

- 1) การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 2) การวิเคราะห์และเตรียมข้อมูล รายละเอียดการดำเนินการดังแสดงในภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2 การจำแนกรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ในการจำแนกรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ดำเนินการครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ทั้งนี้เพื่อประเมินสถานการณ์การใช้ที่ดินในภาพรวมของกลุ่มน้ำในพื้นที่ EEC อันประกอบด้วย ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำคลองใหญ่ และลุ่มน้ำประแสร์ ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่ EEC นั้นมีประสิทธิภาพ มีความถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งได้แก่แบบจำลอง SWAT (Soil and Water Assessment Tool) โดยทำการจำแนกรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในช่วงปี พ.ศ.2550, 2555, และ 2560

โดยขั้นตอนการดำเนินการนั้น มีการประยุกต์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในปีปัจจุบันหรือใกล้เคียง ด้วยการแปลตีความข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูงปานกลาง อาทิเช่น ดาวเทียมไทยโชต (Thaichote หรือ THEOS) ดาวเทียมแลนแซท 8 (Landsat 8 OLI/TIR) ในพื้นที่หลักและใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (Drone) เพิ่มเติมในพื้นที่สำคัญ (Spotlight Monitoring) นอกจากนี้ ยังดำเนินการใช้ข้อมูลการจำแนกรูปแบบการใช้ที่ดินในช่วงเวลาที่ใกล้เคียง (Land Use Database) ที่มีการจัดทำไว้แล้วจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กรมพัฒนาที่ดิน กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ องค์การมหาชน (GISTDA) ด้วยวิธีการแปลตีความข้อมูลดาวเทียมแบบผสม (Hybrid Interpretation) อันประกอบด้วย การแปลตีความด้วยสายตา (Visual Interpretation) และ การแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Assisted Interpretation) ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

3.2.1 การเตรียมข้อมูลดาวเทียม (Data Preparation)

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 TM พ.ศ. 2540, Landsat-7 พ.ศ. 2545 2550 2555, Landsat-8 OLI พ.ศ. 2560 และ โดยทำการดาวน์โหลดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Geological Survey, USGS) ที่เว็บไซต์ <http://earthexplorer.usgs.gov/> ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการจำแนกรูปแบบการใช้ที่ดินนั้น ต้องภาพที่ปราศจากเมฆ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

ดาวเทียม	หมายเลขระวาง	วันที่บันทึกภาพ
Landsat-5 TM	- Path 128 Row 50	- 12 ธันวาคม พ.ศ. 2540
	- Path 128 Row 51	- 12 ธันวาคม พ.ศ. 2540

Landsat-7	- Path 129 Row 50	- 11 มิถุนายน พ.ศ. 2540
	- Path 129 Row 51	- 7 มีนาคม พ.ศ. 2540
	- Path 128 Row 50	- 7 เมษายน พ.ศ. 2545
		- 1 ธันวาคม พ.ศ. 2550
		- 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555
	- Path 128 Row 51	- 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545
		- 17 ธันวาคม พ.ศ. 2550
		- 27 ตุลาคม พ.ศ. 2555
	- Path 129 Row 50	- 29 มีนาคม พ.ศ. 2545
		- 24 ธันวาคม พ.ศ. 2550
Landsat-8 OLI		- 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2555
	- Path 129 Row 51	- 24 มกราคม พ.ศ. 2545
		- 24 ธันวาคม พ.ศ. 2550
		- 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2555
	- Path 128 Row 50	- 20 ธันวาคม พ.ศ. 2560
	- Path 128 Row 51	- 20 ธันวาคม พ.ศ. 2560
	- Path 129 Row 50	- 23 ธันวาคม พ.ศ. 2560
	- Path 129 Row 51	- 23 ธันวาคม พ.ศ. 2560

3.2.2 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction)

วิธีการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (geometric correction) ให้เป็นไปตามระบบมาตรฐานทางแผนที่ที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทย คือ ระบบ UTM หรือ Universal Transverse Mercator การอ้างอิงพิกัดเชิงราบระบบ WGS 1984 (World Geodetic System) โดยใช้สมการหลายตัวแปรลำดับที่สอง (second order polynomial) ซึ่งวิธีนี้ ต้องอาศัยค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (ground control points: GCPs) ที่ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) ของกรมแผนที่ทหาร (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

3.2.3 การปรับแก้เชิงรังสี (Radiometric correction)

เป็นการปรับแก้เมื่อต้องการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในหลายช่วงเวลา เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งต้องทำการปรับแก้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้ค่ามุมยกของดวงอาทิตย์ (Sun elevation correction) ที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา (สำนักงานพัฒนา

เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552) และทำการแปลงค่าการสะท้อนของจุดภาพ (Digital number) เป็นค่าการสะท้อนรังสี (Top-of-atmosphere reflectance) ทั้งนี้ ดาวเทียม Landsat-5 TM และ Landsat-8 OLI จะมีรูปแบบการปรับที่แตกต่างกัน ดังนี้

3.2.3.1 การปรับแก้เชิงรังสีสำหรับดาวเทียม Landsat-5 TM

สำหรับการปรับแก้เชิงรังสีของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 TM มี 2 ขั้นตอน ดังนี้ (Chander *et al*, 2009)

1) การแปลงค่าการสะท้อนของจุดภาพเป็นค่าการแผ่รังสีตามช่วงคลื่น (Digital number to Spectral radiance conversion) มีสมการดังนี้

$$L_{\lambda} = \left[\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{cal\ max} - Q_{cal\ min}} \right] (Q_{cal} - Q_{cal\ min}) + LMIN_{\lambda} \quad (3.1)$$

โดย:

L_{λ} = ค่าการแผ่รังสีตามช่วงคลื่น (Spectral radiance) [W/ (m² sr μ m)]

Q_{cal} = ค่าการสะท้อนของจุดภาพ (Digital number; DN)

$Q_{cal\ min}$ = ค่าการสะท้อนของจุดภาพต่ำสุด [DN = 1]

$Q_{cal\ max}$ = ค่าการสะท้อนของจุดภาพสูงสุด [DN = 255]

$LMIN_{\lambda}$ = ค่าการแผ่รังสีต่ำสุด ซึ่งแปลงจากค่าความสว่างต่ำสุดในช่วงคลื่นนั้น [W/ (m² sr μ m)]

$LMAX_{\lambda}$ = ค่าการแผ่รังสีสูงสุด ซึ่งแปลงจากค่าความสว่างสูงสุดในช่วงคลื่นนั้น [W/ (m² sr μ m)]

3.2.3.2 การปรับแก้เชิงรังสีสำหรับดาวเทียม Landsat-7

สำหรับการปรับแก้เชิงรังสีของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 มี 1 ขั้นตอน ดังนี้ (Zanter, 2016)

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_s} \quad (3.2)$$

โดย:

ρ_{λ} = ค่าการสะท้อนรังสี [มีช่วงค่า 0-1]

π = ค่าคงที่ทางคณิตศาสตร์ มีค่าโดยประมาณ 3.14159

L_λ = ค่าการแผ่รังสีตามช่วงคลื่น (Spectral radiance) [$W / (m^2 \text{ sr } \mu m)$]

d = ระยะทางระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ [หน่วยทางดาราศาสตร์

(astronomical units)]

$ESUN_\lambda$ = ค่ารังสีตกกระทบเฉลี่ยเชิงคลื่นจากดวงอาทิตย์ ณ ตำแหน่งเหนือชั้น

บรรยากาศ [$W / (m^2 \mu m)$]

θ_s = มุมตั้งของดวงอาทิตย์ [องศา]

3.2.3.3 การปรับแก้เชิงรังสีสำหรับดาวเทียม Landsat-8 OLI

สำหรับการปรับแก้เชิงรังสีของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI มี 1 ขั้นตอน ดังนี้ (Zanter, 2016)

$$\rho_\lambda = \frac{\rho_\lambda'}{\sin \theta} = \frac{M_p * Q_{cal} + A_p}{\sin \theta} \quad (3.3)$$

โดย:

ρ_λ = ค่าการสะท้อนรังสี [มีช่วงค่า 0-1]

θ = มุมยกของดวงอาทิตย์ (องศา)

ρ_λ' = ค่าการสะท้อนรังสีที่ยังไม่ได้ทำการปรับแก้โดยค่ามุมยกของดวงอาทิตย์

M_p = ค่าสัมประสิทธิ์การคูณสำหรับช่วงคลื่นแต่ละช่วง

Q_{cal} = ค่าการสะท้อนของจุดภาพ (Digital number; DN)

A_p = ค่าสัมประสิทธิ์การบวกสำหรับช่วงคลื่นแต่ละช่วง

3.2.4 การเน้นความคมชัดข้อมูลภาพ (Image enhancement)

การเน้นความคมชัดข้อมูลภาพ เป็นการเตรียมข้อมูลดาวเทียมเพื่อสนับสนุนการแปลตีความด้วยสายตา (สุวิทย์, 2554) โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.4.1 การเน้นข้อมูลแบบเชิงพื้นที่ (Spatial Enhancement)

เป็นการเน้นข้อมูลโดยพิจารณาค่าของจุดภาพรอบข้างแตกต่างกับการเน้นข้อมูลช่วงคลื่นซึ่งพิจารณาค่าของจุดภาพเดี่ยวๆ เท่านั้น ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ทำ Pan-sharpening ซึ่งเป็นการเน้นข้อมูลภาพเชิงพื้นที่รูปแบบหนึ่ง โดยเป็นการผสมผสานความละเอียด (Resolution merge) ให้แก่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอื่นๆ

3.2.4.2 การเน้นข้อมูลภาพเชิงคลื่น (Spectral image enhancement)

ข้อมูลดาวเทียมในช่วงคลื่นต่าง ๆ จะถูกผสมเข้าด้วยกันหรือถูกแปลงเพื่อเน้น ความคมชัดเฉพาะในข้อมูล โดยการศึกษาครั้งนี้ได้จัดทำดัชนีทั้ง 3 รูปแบบ ดังนี้

1) Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

เป็นการคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบ Normalized โดยจุดภาพที่มีค่า NDVI สูง แสดงถึงมวลชีวภาพและความสมบูรณ์ของพืชสูงเช่นกัน โดยช่วงของค่า NDVI จะอยู่ที่ -1 ถึง 1 โดยบริเวณที่มีค่า NDVI ตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไปมีพืชปกคลุมหนาแน่น 0.05 เป็นพื้นดินว่างเปล่า และค่าใกล้เคียง -0.5 เป็นพื้นที่น้ำ (Bosworth et al, 1998) สามารถคำนวณได้จากสมการ (Rouse et al, 1973) ดังนี้

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (3.4)$$

โดย:

NIR = ช่วงคลื่น Near Infrared

RED = ช่วงคลื่น Red

2) Normalized Difference Water Index (NDWI)

เป็นการคำนวณค่าดัชนีน้ำผลต่างแบบ Normalized โดยช่วงของค่า NDWI จะอยู่ที่ -1 ถึง 1 ซึ่งค่า NDWI ที่อยู่ในช่วงที่เป็นบวกจะเป็นพื้นที่น้ำเปิดโล่ง ในขณะที่ค่าที่เป็นลบ ส่วนใหญ่เป็นพืชพรรณ และ พื้นที่เปิดโล่ง (U.S. Geological Survey, n.d.) โดยมีสมการ (McFeeters, 1996) ที่ใช้คำนวณดังนี้

$$NDWI = (GREEN - NIR) / (GREEN + NIR) \quad (3.5)$$

โดย:

GREEN = ช่วงคลื่น Green

NIR = ช่วงคลื่น Near Infrared

3) Bare Soil Index (BI) มีสมการ (Chen et al, 2004) ที่ใช้คำนวณดังนี้

$$BI = \frac{(SWIR + RED) - (NIR + BLUE)}{(SWIR + RED) + (NIR + BLUE)} \quad (3.6)$$

โดย:

SWIR1 = ช่วงคลื่น Short-Wave Infrared

NIR = ช่วงคลื่น Near Infrared

RED = ช่วงคลื่น Red

BLUE = ช่วงคลื่น Blue

3.2.4.3 การเน้นข้อมูลภาพเชิงรังสี (Radiometric image enhancement)

ข้อมูลรังสีเชิงคลื่นที่ถูกบันทึกจะถูกเน้นความคมชัดให้ระดับสีเทา (grey tone) หรือสี (color) ดีขึ้นสำหรับการมองภาพ เช่น Standard deviation, Histogram equalization ฯลฯ

3.2.5 การตัดข้อมูลภาพ (Image extraction)

การตัดข้อมูลภาพ เป็นการเลือกข้อมูลภาพเฉพาะพื้นที่ศึกษา โดยใช้ขอบเขตลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำคลองใหญ่ และลุ่มน้ำประแสร์

3.2.6 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image classification)

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image classification) การจำแนกประเภทข้อมูลภาพเป็นการประมวลผลในทางสถิติ เพื่อแยกข้อมูลจุดภาพทั้งหมดที่ประกอบเป็นพื้นที่ศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ลักษณะทางสถิติเป็นตัวกำหนดความแตกต่างระหว่างกลุ่มจุดภาพ กล่าวอีกนัยหนึ่ง การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ หมายถึง การแบ่งจุดภาพที่มีคุณสมบัติการสะท้อนแสงคล้าย ๆ กัน ออกเป็นกลุ่มหรือเป็นระดับ ซึ่งเรียกว่า ชนิดหรือประเภท (Class) เพื่อที่จะแบ่งแยกวัตถุต่าง ๆ ที่แสดงในภาพออกจากกัน

สำหรับงานวิจัยนี้ การจำแนกประเภทข้อมูลภาพเพื่อกำหนดประเภทของการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ สามารถจำแนกการใช้ที่ดินทั้งหมดได้ 5 ประเภท ซึ่งมีการปรับรหัสการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินให้ตรงตามหลักเกณฑ์ในแบบจำลองอุทกวิทยา SWAT (SWAT Model) โดยอ้างอิงหลักการจัดรูปแบบจาก ปรียาพร (2559), สุภักดิ์ (2555) และ Reyes (2014) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2 หลังจากนั้นจึงดำเนินการแปลตีความแบบ Hybrid interpretation ตรวจสอบความถูกต้องในภาคสนาม และดำเนินการจัดทำแผนที่ขั้นสุดท้ายต่อไป

ตารางที่ 3-2 รหัส (CODE) การใช้ที่ดินและคำอธิบาย

รหัสการใช้ที่ดินจาก แบบจำลอง SWAT	คำอธิบาย (อังกฤษ)	คำอธิบาย (ไทย)	รหัสการใช้ที่ดินจาก กรมพัฒนาที่ดิน
AGRL	Agricultural land	พื้นที่เกษตรกรรม	A
FRST	Forest land	พื้นที่ป่าไม้	F
RNGB	Miscellaneous land	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	M

URBN	Urban and built-up land	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	U
WATR	Water body	แหล่งน้ำ	W

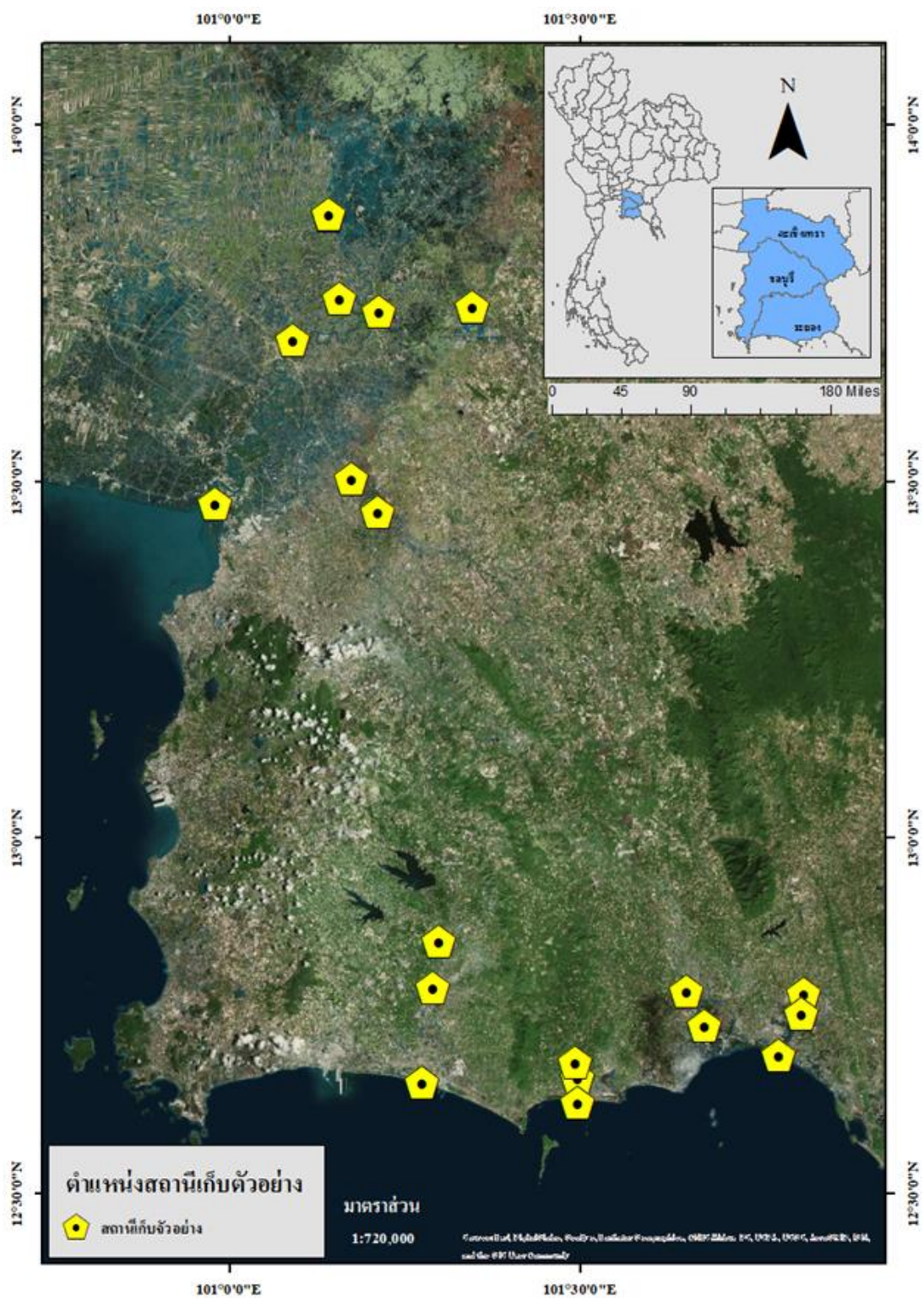
3.2.7 การสำรวจภาคสนาม (Ground Truth)

ดำเนินการสำรวจข้อมูลภาคสนามในพื้นที่จริง เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการแปลตีความข้อมูลดาวเทียม ทั้งก่อนและภายหลังการทำแผนที่การใช้ที่ดิน ว่ามีความถูกต้องมากน้อยอย่างไร โดยการสำรวจพื้นที่ใช้เครื่องมือหาค่าพิกัดด้วยดาวเทียมนำร่อง Global Positioning System (GPS) เชื่อมโยงด้วยโปรแกรม DNR Garmin แบบเรียลไทม์ (Real time) ร่วมกับโปรแกรม Arc Map หลังจากนั้น ทำการบันทึกข้อมูล (marking waypoints) ในเครื่อง Handheld GPS เพื่อตรวจสอบพื้นที่ที่ทำการแปล ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นสำหรับพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้เป็นข้อมูลภาคสนามนั้น ครอบคลุมพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำของกลุ่มน้ำหลักทั้ง 3 กลุ่มน้ำในพื้นที่ EEC (ตารางที่ 3-3 และ ภาพที่ 3-1) และมีขั้นตอนและวิธีการในการประมวลผลดังนี้

1) ทำการแปลความหมายและตีความจากข้อมูลดาวเทียมผ่านการผสมสีแล้ว ด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม (unsupervised classification) เพื่อจำแนกประเภท/รูปแบบการใช้ที่ดินเบื้องต้น ซึ่งขอเสนอรูปแบบการใช้ที่ดิน ได้แก่ ชุมชน เกษตรกรรม (พืชไร่ พืชสวน นาข้าว) สวนป่า ป่าไม้ แหล่งน้ำตามธรรมชาติ

2) ทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามเพื่อศึกษาสภาพพื้นที่จริงในภูมิประเทศและนำข้อมูลมาใช้ปรับแก้ในส่วนที่มีความผิดพลาดจากการแปลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 3-2 และตารางที่ 3-3

3) นำข้อมูลที่ผ่านการผสมของช่วงคลื่นเป็นภาพสีผสมแล้วทำการจำแนกประเภทข้อมูล โดยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) อีกครั้งหนึ่งเพื่อความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 3-2 ภาพแสดงตำแหน่งที่ทำการสำรวจภาคสนาม

ตารางที่ 3-3 ตำแหน่งที่ทำการสำรวจภาคสนาม

ชื่อลุ่มน้ำ	ชื่อตำแหน่ง	ละติจูด	ลองจิจูด
1. ลุ่มน้ำบางปะกง	ต้นน้ำแม่น้ำบางปะกง	13.874	101.141
	กลางน้ำแม่น้ำบางปะกง	13.698	101.091
	ปลายน้ำแม่น้ำบางปะกง	13.469	100.979
2. ลุ่มน้ำคลองท่าลาด	กลางน้ำคลองท่าลาด	13.745	101.347
	ปลายน้ำคลองท่าลาด	13.737	101.213
3. ลุ่มน้ำคลองหลวง	ต้นน้ำคลองหลวง	13.456	101.211
	ปลายน้ำคลองหลวง	13.503	101.174
4. ลุ่มน้ำคลองใหญ่	ต้นน้ำคลองใหญ่	12.853	101.299
	กลางน้ำคลองใหญ่	12.790	101.291
	ปลายน้ำคลองใหญ่	12.655	101.276
5. ลุ่มน้ำภาคตะวันออก คลองแกลง	ต้นน้ำคลองแกลง	12.683	101.494
	กลางน้ำคลองแกลง	12.661	101.498
	ปลายน้ำคลองแกลง	12.628	101.498
6. ลุ่มน้ำประแสร์	กลางน้ำแม่น้ำประแสร์	12.783	101.653
	ปลายน้ำแม่น้ำประแสร์	12.735	101.679
7. ลุ่มน้ำภาคตะวันออก แม่น้ำพิจิตร	ต้นน้ำแม่น้ำพิจิตร	12.780	101.820
	กลางน้ำแม่น้ำพิจิตร	12.752	101.818
	ปลายน้ำแม่น้ำพิจิตร	12.694	101.785

3.3 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ดำเนินการโดยแบบจำลองในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อใช้สำหรับวางแผนการใช้ที่ดินในอนาคตจากข้อมูลการใช้ที่ดินในอดีตร่วมกับความต้องการ การใช้ที่ดินในอนาคต เพื่อหาสัดส่วนการใช้ที่ดินที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยมีแบบจำลองตัวอย่างที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ดังนี้

3.3.1 แบบจำลอง Markov เทคนิค Cellular Automata

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลอง CA-Markov โดยใช้โปรแกรม IDRISI Selva มีการดำเนินการศึกษา 2 ส่วนได้แก่

1. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง
2. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ EEC ใน พ.ศ. 2580

3.3.1.1 การตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation)

ใช้วิธีการที่เสนอโดย Pontius (2002) โดยการใช้สถิติ Kappa เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเชิงตำแหน่ง (Kappa for location) และเชิงปริมาณของกริดที่คาดการณ์ถูกต้อง (Kappa for quantity) โดย การใช้คำสั่ง VALIDATE ใน Software TerrSet

การตรวจพิสูจน์แบบจำลองนั้น จะใช้ผลการคาดการณ์การใช้ที่ดินปี พ.ศ.2580 (ที่ได้จากการคาดการณ์โดยใช้ข้อมูลนำเข้าของการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2550 และ 2555) เปรียบเทียบกับการใช้ที่ดินที่ได้จากการแปลตีความในปี พ.ศ.2560

สำหรับผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองพบว่า แบบจำลอง CA-Markov มีค่า Kappa standard ในระดับสูง และสามารถนำแบบจำลองนี้ ไปใช้ในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2580 โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ.2550 และ 2560 เป็นข้อมูลนำเข้าต่อไป

3.3.2 แบบจำลองคุณภาพน้ำและประเมินผล (Soil and Water Modeling for Watershed Water Quality Prediction)

แบบจำลอง SWAT ประกอบด้วยข้อมูลการใช้ที่ดิน (land use data) ข้อมูลดิน (soil data) และข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (climate data) โดยแบบจำลองจะทำการคำนวณปริมาณการไหลจากหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (Hydrologic Response Units: HRUs) ของแต่ละลุ่มน้ำย่อยตามลำดับ สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าแบบจำลอง เพื่อคำนวณปริมาณการไหลจากหน่วยตอบสนอง ทางอุทกวิทยาของแต่ละลุ่มน้ำย่อยตามลำดับ (ตารางที่ 3-4 ตารางที่ 3-5 และตารางที่ 3-6)

3.3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าแบบจำลอง

การนำเข้าข้อมูลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง SWAT (Soil and Water Analysis Tools) ได้แก่

- ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (DEM) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสูงเชิงพื้นที่ศึกษา
- ข้อมูลเส้นแนวลำน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับทิศทางในการไหลของน้ำในลำน้ำ สามารถสร้างจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (DEM)
- ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน การระเหย ค่าความชื้น และความเร็วลม ชนิดข้อมูลรายวัน จากสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา

จำนวนทั้งสิ้น 15 สถานี ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ.2540 ถึงปี พ.ศ.2561 โดยข้อมูลสภาพอากาศนั้นมีผลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิตที่ส่งผลต่อปริมาณไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสในลำน้ำบนลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา

- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หาได้ล่าสุด (พ.ศ.2560) และคาดการณ์ในอนาคต (พ.ศ. 2580) ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณการไหลของน้ำ ปริมาณตะกอน ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสในลำน้ำบนลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา

- ข้อมูลชุดของดิน ซึ่งเป็นคุณลักษณะของดิน และสมบัติต่าง ๆ ของดิน ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณการไหลของน้ำ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทะเลในลำน้ำบนลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา

- ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ย้อนหลัง 10 ปีที่ขอจากกรมชลประทาน ในปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2560 จากสถานีของกรมชลประทานที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ซึ่งส่งผลต่อการชะล้างตะกอน และธาตุอาหารลงสู่แหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 3-4 ตารางแสดงข้อมูลที่นำเข้าไปในแบบจำลอง SWAT Model

ชนิดข้อมูล	ช่วงของข้อมูล	ประเภทของข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1.ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM	ปี 2540	ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)	United States Geological Survey, USGS
2.ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7	ปี 2545, 2550, 2555	ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)	United States Geological Survey, USGS
2.ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI	ปี 2560	ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)	United States Geological Survey, USGS
3.ข้อมูลระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM)	ปี 2550	ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)	United States Geological Survey, USGS
4.ข้อมูลชุดดิน	ปี 2544	ข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data)	กรมพัฒนาที่ดิน
5.ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี 2550, 2555, 2560	ข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data)	กรมพัฒนาที่ดิน

ชนิดข้อมูล	ช่วงของข้อมูล	ประเภทของข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
6.ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ชนิดข้อมูลรายวัน	ครอบคลุม ระยะเวลา 22 ปี ย้อนหลัง	ข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data)	กรมอุตุนิยมวิทยา
7.ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ชนิดข้อมูลรายวัน	ครอบคลุม ระยะเวลา 10 ปี ย้อนหลัง	ข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data)	กรมชลประทาน

ตารางที่ 3-5 รายละเอียดสถานีวัดลักษณะอากาศในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	พิกัด		ปีของข้อมูล
			ละติจูด	ลองจิจูด	
1	ปทุมธานี สกษ.	419301	14.100	100.616	2540-2561
2	ฉะเชิงเทรา	423301	13.515	101.458	2540-2561
3	สนามบินสุวรรณภูมิ	429601	13.686	100.767	2540-2561
4	ปราจีนบุรี	430201	14.058	101.369	2540-2561
5	กบินทร์บุรี	430401	13.983	101.707	2540-2561
6	ปากช่อง สกษ.	431301	14.643	101.331	2540-2561
7	สระแก้ว	440401	13.788	102.034	2540-2561
8	ชลบุรี	459201	13.366	100.983	2540-2561
9	แหลมฉบัง	459205	13.076	100.876	2540-2561
10	พญา	459203	12.920	100.869	2540-2561
11	สัตหีบ	459204	12.638	100.983	2540-2561
12	ระยอง	478201	12.632	101.343	2540-2561
13	ห้วยโป่ง สกษ.	478301	12.733	101.133	2540-2561
14	จันทบุรี	480201	12.616	102.113	2540-2561
15	พลี๊ว สกษ.	480301	12.508	102.173	2540-2561

ตารางที่ 3-6 รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	ชื่อสถานี	พิกัด		ปีของข้อมูล
		ละติจูด	ลองจิจูด	
1. ลุ่มน้ำบางปะกง				
1	NY.1B	14.245	101.274	2551-2561
2	NY.7	14.200	101.219	2551-2561
3	KGT.1	14.051	101.367	2551-2561
4	KGT.3	13.986	101.705	2551-2561
5	KGT.6	13.973	101.517	2551-2561
6	KGT.9*	13.668	102.075	2551-2561
7	KGT.10	13.809	102.054	2551-2561
8	KGT.12	13.936	101.972	2551-2561
9	KGT.13A	13.910	101.838	2551-2561
10	KGT.15A	14.066	101.922	2551-2561
11	KGT.18	13.476	101.625	2551-2561
12	KGT.19A	13.404	101.281	2551-2561
13	KGT.30	13.688	101.077	2551-2561
14	KGT.33	14.133	101.727	2551-2561
15	KGT.34	14.104	101.744	2551-2561
16	KGT.38	13.603	102.032	2551-2561
17	KGT.40	13.438	102.080	2551-2561
18	KGT.42	13.896	101.954	2551-2561
19	KGT.43	13.993	101.714	2551-2561
20	KGT.44	13.856	102.141	2551-2561
21	KGT.47	13.554	102.045	2551-2561
2. ลุ่มน้ำคลองใหญ่				
1	Z.62*	12.783	101.295	2559-2561
3. ลุ่มน้ำประแสร์				
1	Z.11*	12.857	101.532	2552-2561

หมายเหตุ * คือสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง

3.3.2.2 การกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ (Watershed Delineator)

สำหรับการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ เนื่องจากโปรแกรม ArcSWAT มีข้อจำกัดในขั้นตอนของการแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำ ซึ่งในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกหรืออีอีซีนั้น ลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกมีอาณาเขตไม่ต่อเนื่องกันในบางลุ่มน้ำ ผู้วิจัยจึงแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำออกเป็น 3 ลุ่มน้ำ สำหรับนำเข้าแบบจำลองเพื่อคำนวณค่าปริมาณน้ำท่าในแต่ละลุ่มน้ำ โดยแบ่งออกเป็น

1. ลุ่มน้ำบางปะกง
2. ลุ่มน้ำคลองใหญ่
3. ลุ่มน้ำประแสร์

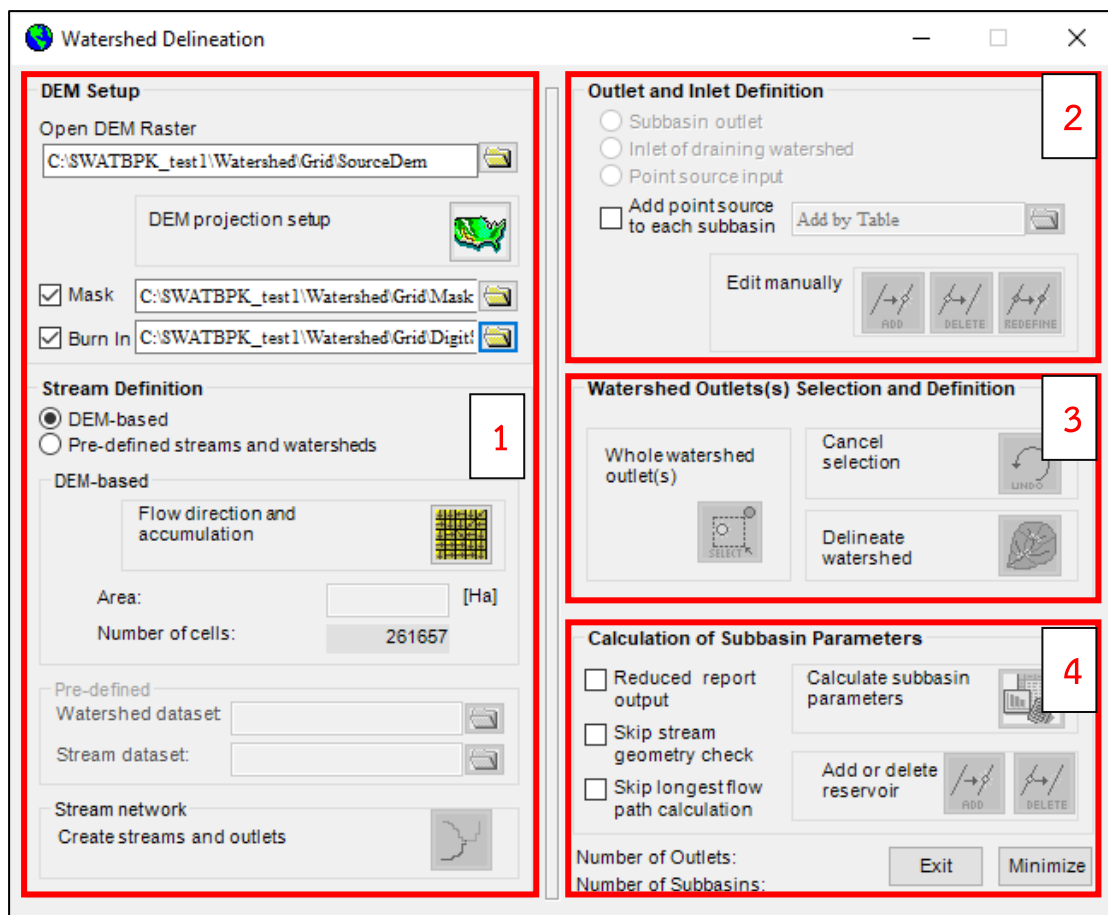
สำหรับขั้นตอนการแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำย่อย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ใช้ข้อมูล Dem (.Grid file) ร่วมกับข้อมูลโครงข่ายลุ่มน้ำและเส้นทางน้ำ (.Shape file) เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาเส้นทางน้ำหลัก และเส้นทางน้ำย่อยที่สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศจริง ตามทิศทางการไหลของน้ำ

2. กำหนดจุดออกของน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อย และตำแหน่งของอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อน โดยที่ผู้ใช้สามารถหนดจุดออกของน้ำได้โดยการเตรียมข้อมูลในรูปแบบตาราง (.dbf) หรือกำหนด โดยการเลือกจุดออกของน้ำได้เองจากโปรแกรมได้

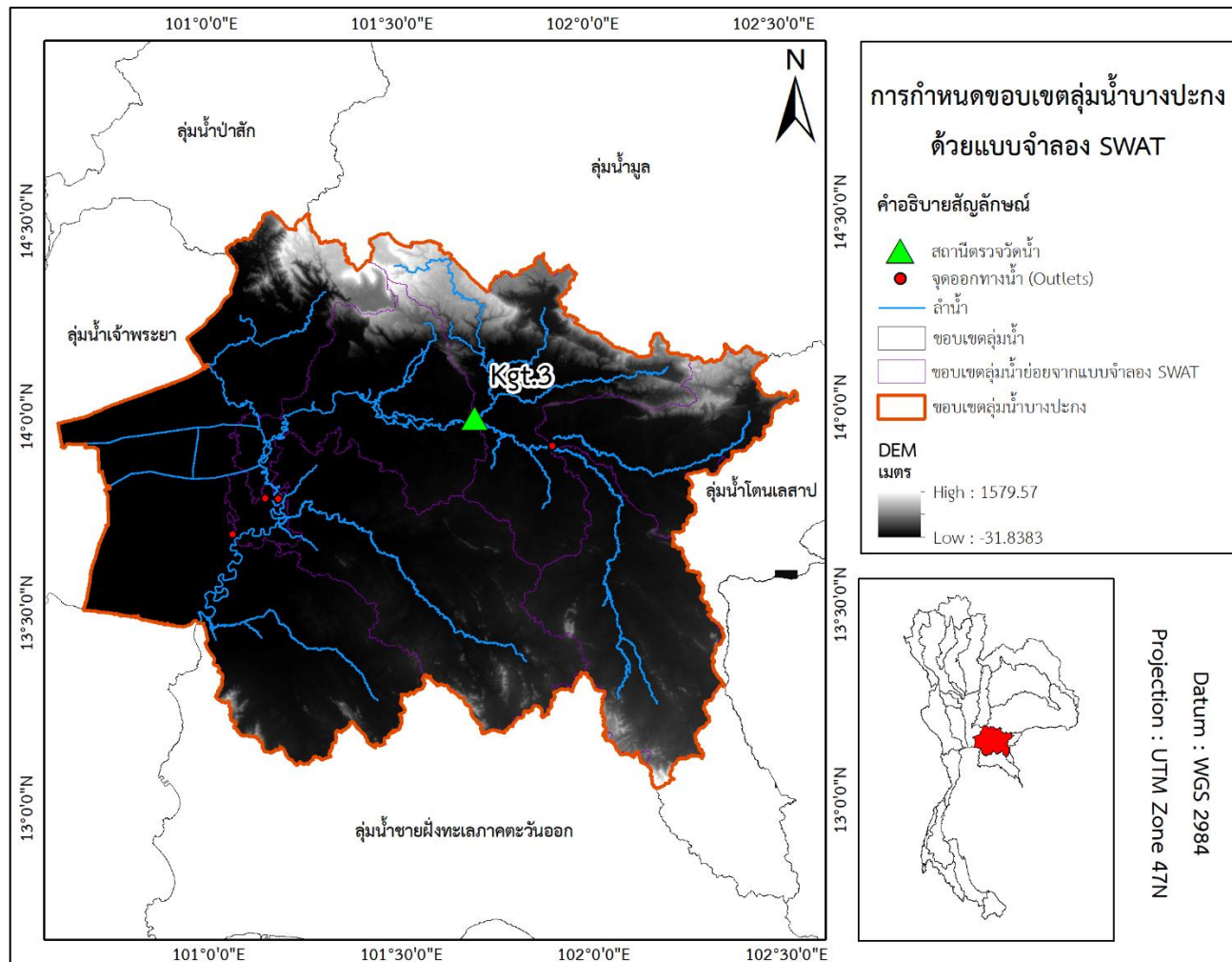
- 3 กำหนดจุดออกของน้ำจุดสุดท้ายในลุ่มน้ำ ซึ่งอาจมีจุดออกของน้ำมากกว่า 1 จุด ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ และทิศทางการไหลของน้ำในลุ่มน้ำนั้น ๆ โดยจุดออกของน้ำควรเลือกให้ตรงกับสถานีตรวจวัดน้ำ จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้างขอบเขตลุ่มน้ำหลัก ขอบเขตลุ่มน้ำย่อย จากข้อมูลจุดออกต่าง ๆ ที่ผู้ใช้กำหนดให้โปรแกรมในขั้นตอนที่ 2

- 4 ให้พิจารณาขอบเขตลุ่มน้ำหลัก ขอบเขตลุ่มน้ำย่อย เส้นทางน้ำหลัก เส้นทางน้ำย่อย จุดออกของน้ำ และตำแหน่งของเขื่อนว่ามีความถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้งาน จากนั้นเลือกคำนวณเนื้อที่ในแต่ละลุ่มน้ำย่อย โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณหาพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อย ความลาดชัน ทิศทางการไหลของน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อย เป็นต้น

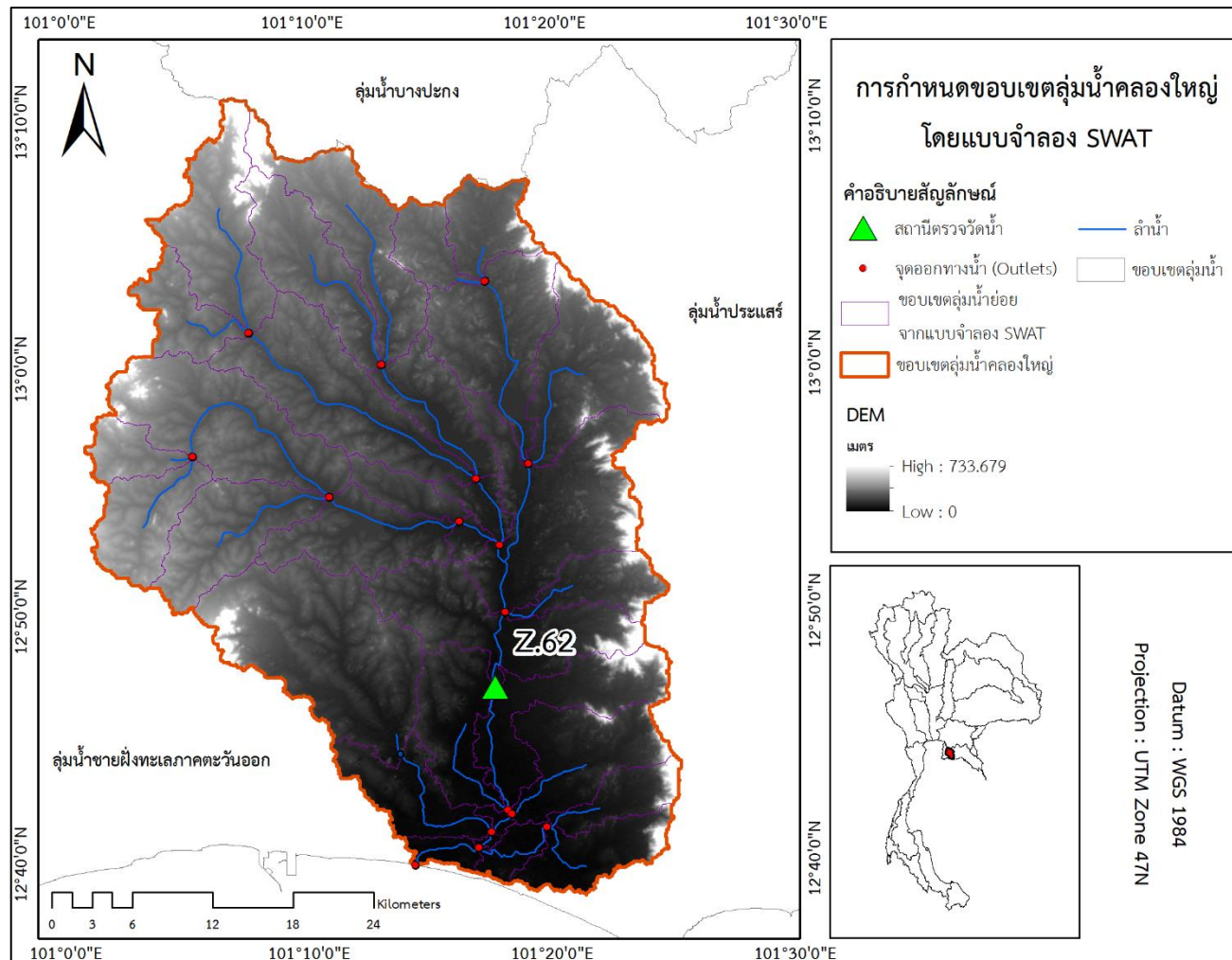


ภาพที่ 3-3 ภาพแสดงหน้าต่างการแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำย่อยในโปรแกรม SWAT

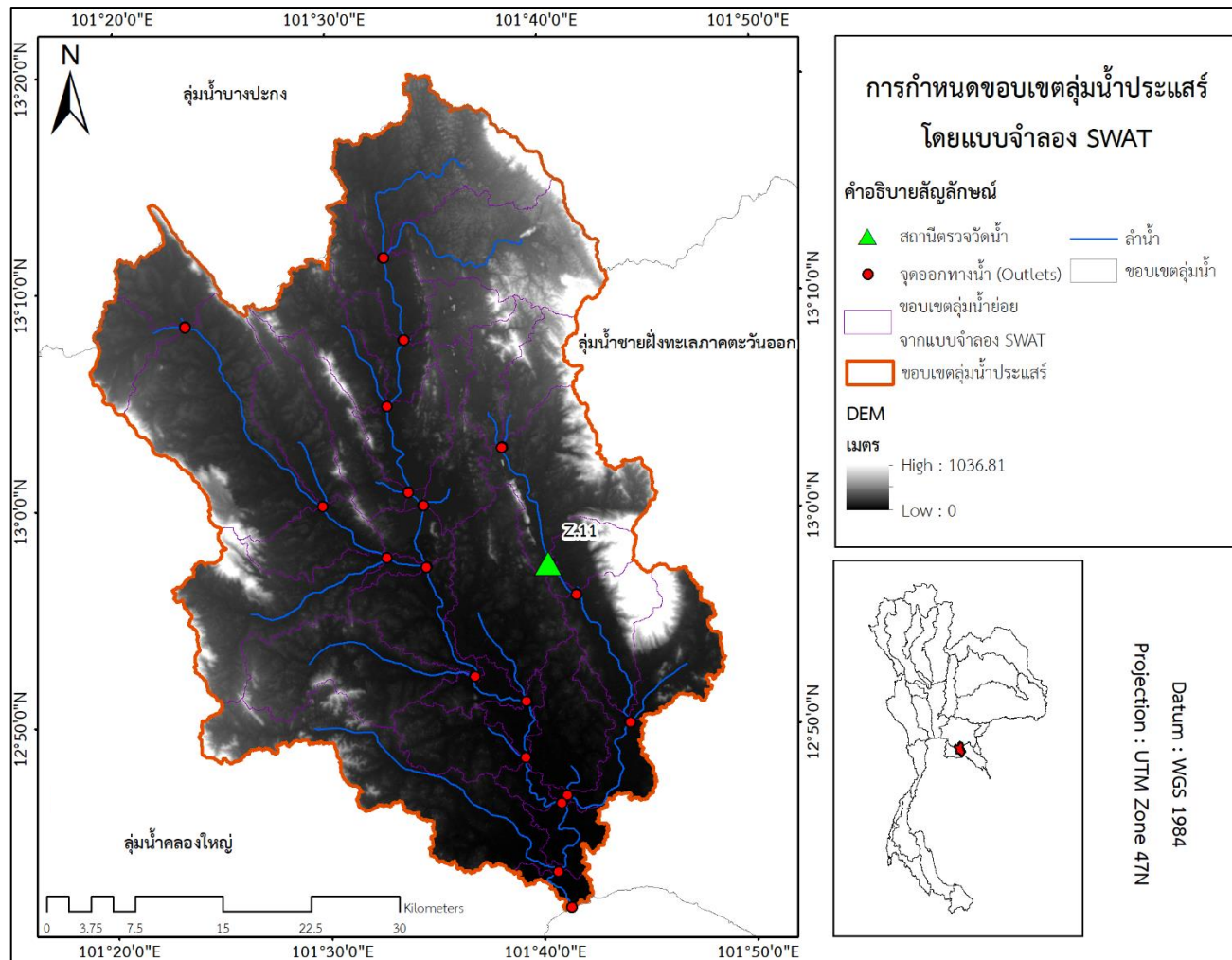
ซึ่งขอบเขตของทั้ง 3 ลุ่มน้ำนั้นจะสอดคล้องกับขอบเขตของกรมทรัพยากรน้ำมากที่สุด และใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลข รายละเอียด 30 เมตรของกรมแผนที่ทหาร, ASTER GDEM (USGS) และใช้เส้นลำน้ำหลักด้วยวิธี burn in และกำหนดการแบ่งขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ พร้อมทั้งการกำหนดจุดตรวจวัด (observe point) และจุดออกของลุ่มน้ำ (outlet) ดังภาพที่ 3-4 – 3-6



ภาพที่ 3-4 การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำบางปะกง และกำหนดจุดตรวจวัดโดยโปรแกรม SWAT



ภาพที่ 3-5 การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำคลองใหญ่ และกำหนดจุดตรวจวัดโดยโปรแกรม SWAT



ภาพที่ 3-6 การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำประแสร์ และกำหนดจุดตรวจวัดโดยโปรแกรม SWAT

3.3.2.3 การกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (Hydrologic Response

Unit: HRU)

การวิเคราะห์ HRUs สามารถทำได้โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ข้อมูลชุดดินและข้อมูลความชันมาซ้อนทับ (Overlay) ในโปรแกรม SWAT โดยการกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Grid file) ซึ่งต้องกำหนดค่าให้ตรงการข้อมูลในรูปแบบตาราง (.dbf) จากนั้นแบบจำลองจะนำข้อมูลไปเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลในแบบจำลอง (Database) ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 3-7 ที่จะบอกคุณลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทที่แตกต่างกันในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นๆ

Land Use/Soils/Slope Definition

Land Use Data | Soil Data | Slope

Land Use Grid

C:\BPK_test1\Watershed\Grid\LandUse7

Choose Grid Field

VALUE

LookUp Table Table Grid Values ----> Land Cover Classes

SWAT Land Use Classification Table

VALUE	Area(%)	LandUseSwat
1	0.54	AGRL
2	35.03	RICE
3	19.04	FRST
4	3.90	ORCD
5	0.44	PAST
7	6.12	WATR
8	22.61	FRSE
9	1.50	FRSD
10	2.66	RNGB
11	1.02	WETL

Reclassify

☐ Create HRU Feature Class

☒ Create Overlay Report

Overlay Cancel

ภาพที่ 3-7 ภาพแสดงการกำหนดข้อมูลการใช้ที่ดินสำหรับนำเข้าแบบจำลอง

2. ข้อมูลชุดดิน (.Grid file) ซึ่งต้องกำหนดค่าให้ตรงการข้อมูลในรูปแบบตาราง (.dbf) จากนั้นแบบจำลองจะนำข้อมูลไปเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลในแบบจำลอง (Database)

Land Use/Soils/Slope Definition

Land Use Data | **Soil Data** | Slope

Soils Grid

C:\BPK_test1\Watershed\Grid\LandSoils2

Choose Grid Field

VALUE

Soil Database Options

☐ ArcSWAT STATSGO ☐ ArcSWAT SSURGO

☐ UserSoil

LookUp Table Table Grid Values ----> Soils Attributes

SWAT Soil Classification Table

VALUE	Area(%)	Name
1	40.80	Ao90-2-3c-4284
2	10.27	Ag17-1-2a-4265
3	17.51	Jt14-3a-4527
4	16.96	Nd65-3ab-4544
5	1.44	Ag16-2a-4264

☐ Create HRU Feature Class ☒ Create Overlay Report

ภาพที่ 3-8 ภาพแสดงการกำหนดข้อมูลชุดดินสำหรับนำเข้าแบบจำลอง

3. ความลาดชัน (.Grid file) ที่ได้จากการนำเข้าข้อมูล DEM ในขั้นตอนการแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำ โดยผู้ใช้เลือกกำหนด Reclassify ข้อมูลความลาดชัน ตามความเหมาะสมของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดร้อยละความลาดชันเป็น 0- 5, 5 - 15, 15 - 35 และมากกว่าร้อยละ 35

Land Use/Soils/Slope Definition

Land Use Data | Soil Data | **Slope**

Slope Discretization

☐ Single Slope Watershed Min: Imin Mean: Imen
Slope Stats: Max: Imax St Dev: Imed

☒ Multiple Slope

Slope Classes

Number of Slope Classes: 4

Current Slope Class: 3 Class Upper Limit (%): 35 [Add]

SWAT Slope Classification Table

Class	> Lower Limit	<= Upper Limit
1	0	5
2	5	15
3	15	35
4	35	9999

[Reclassify]

☐ Create HRU Feature Class

☒ Create Overlay Report

[Overlay] [Cancel]

ภาพที่ 3-9 ภาพแสดงการกำหนดข้อมูลความลาดชันสำหรับนำเข้าแบบจำลอง

4. HRU Definition เป็นขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขการสร้างหน่วยการตอบสนองทางอุทกวิทยาของแต่ละลุ่มน้ำย่อย ให้สอดคล้องตามการแพร่กระจายของ Land use, Soil series และ Slope ซึ่งเป็นการกำหนดให้แต่ละลุ่มน้ำย่อยมี HRUs สอดคล้องตามร้อยละของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุดดิน และความลาดชัน โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดร้อยละความสัมพันธ์ของหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาเป็น ร้อยละของการใช้ที่ดินเท่ากับ 20, ร้อยละของชุดดินเท่ากับ 10 และร้อยละของความลาดชันเท่ากับ 10

The screenshot shows the 'HRU Definition' window with the following settings:

- HRU Definition:**
 - ☐ Dominant Land Use, Soils, Slope
 - ☐ Dominant HRU
 - ☐ Target Number of HRUs
 - ☒ Multiple HRUs
- Threshold:**
 - ☒ Percentage
 - ☐ Area
 - Target # HRUs: 0
- Land use percentage (%) over subbasin area:** 20%
- Soil class percentage (%) over land use area:** 10%
- Slope class percentage (%) over soil area:** 20%
- ☒ Write HRU Report
- Buttons: Create HRUs, Cancel

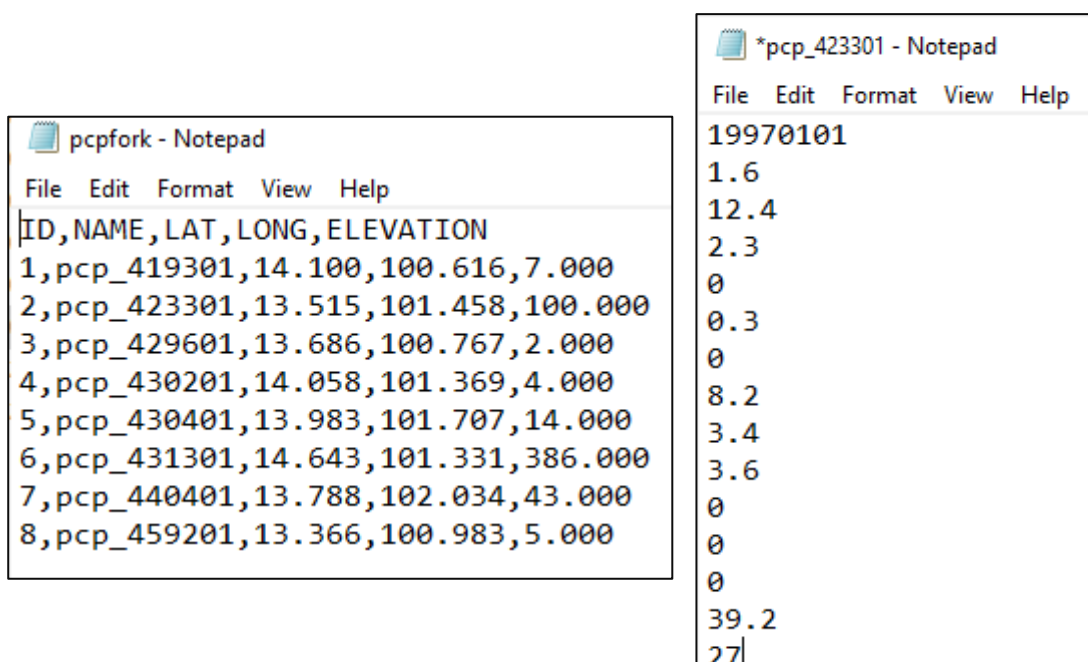
ภาพที่ 3-10 ภาพแสดงการกำหนดร้อยละความสัมพันธ์ของหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาในแบบจำลอง SWAT

3.3.2.4 การกำหนดลักษณะสภาพอากาศ (Weather Data)

โดยทำการจัดเตรียมข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบตาราง (.dbf) จำนวนทั้งหมด 15 สถานี ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลและหน่วยที่ใช้ ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณน้ำฝน (Rainfall Data) หน่วยเป็นมิลลิเมตร โดยข้อมูลดังกล่าวจะต้องจัดเตรียม ดังนี้

- ไฟล์ข้อมูลสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 15 สถานี 1 ไฟล์ ตัวอย่างเช่น สถานีชื่อ pcp_423301 ละติจูด 13.515 ลองจิจูด 101.458 ระดับความสูง 100 เมตร
- ไฟล์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของแต่ละสถานีจำนวน 15 ไฟล์ ซึ่งจัดเก็บเป็นปริมาณน้ำฝนรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2540 – 31 ธันวาคม 2561 ดังแสดงในภาพที่ 3-11

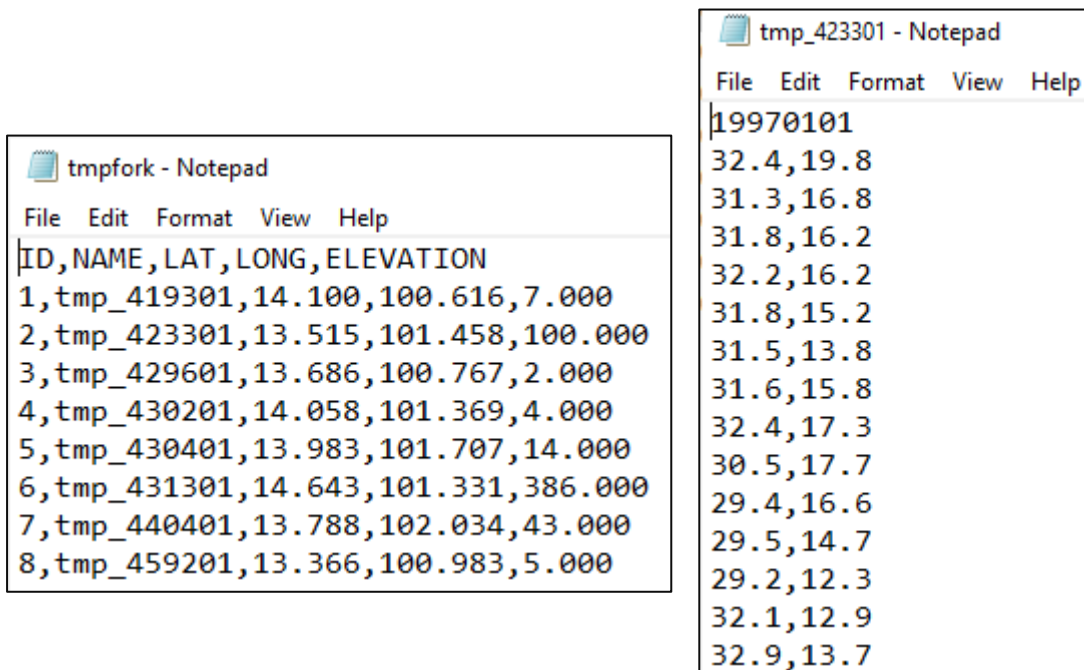


ภาพที่ 3-11 ภาพแสดงการจัดเตรียมข้อมูลปริมาณน้ำฝนในรูปแบบของตาราง (.dbf)

2. อุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด (Temperature Data) หน่วยเป็นองศาเซลเซียส โดยข้อมูลดังกล่าวจะต้องจัดเตรียม ดังนี้

- ไฟล์ข้อมูลสถานีตรวจวัดอุณหภูมิในลุ่มน้ำทั้งหมด 15 สถานี 1 ไฟล์ ตัวอย่างเช่น สถานีชื่อ tmp_423301 ละติจูด 13.515 ลองจิจูด 101.458 ระดับความสูง 100 เมตร

- ไฟล์ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุดของแต่ละสถานีจำนวน 15 ไฟล์ ซึ่งจัดเก็บเป็นข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุดรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2540 – 31 ธันวาคม 2561 ดังแสดงในภาพที่ 3-12



ID	NAME	LAT	LONG	ELEVATION
1	tmp_419301	14.100	100.616	7.000
2	tmp_423301	13.515	101.458	100.000
3	tmp_429601	13.686	100.767	2.000
4	tmp_430201	14.058	101.369	4.000
5	tmp_430401	13.983	101.707	14.000
6	tmp_431301	14.643	101.331	386.000
7	tmp_440401	13.788	102.034	43.000
8	tmp_459201	13.366	100.983	5.000

Date	Temperature
19970101	32.4
19970102	19.8
19970103	31.3
19970104	16.8
19970105	31.8
19970106	16.2
19970107	32.2
19970108	16.2
19970109	31.8
19970110	15.2
19970111	31.5
19970112	13.8
19970113	31.6
19970114	15.8
19970115	32.4
19970116	17.3
19970117	30.5
19970118	17.7
19970119	29.4
19970120	16.6
19970121	29.5
19970122	14.7
19970123	29.2
19970124	12.3
19970125	32.1
19970126	12.9
19970127	32.9
19970128	13.7

ภาพที่ 3-12 ภาพแสดงการเตรียมข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด ในรูปแบบของตาราง (.dbf)

3. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity Data) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยข้อมูลดังกล่าวจะต้องจัดเตรียม ดังนี้

- ไฟล์ข้อมูลสถานีตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ในลุ่มน้ำทั้งหมด 15 สถานี 1 ไฟล์ สถานีชื่อ rh_423301 ละติจูด 13.515 ลองจิจูด 101.458 ระดับความสูง 100 เมตร
- ไฟล์ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละสถานีจำนวน 15 ไฟล์ ซึ่งจัดเก็บเป็นข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์รายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2540 – 31 ธันวาคม 2561 ดังแสดงในภาพที่ 3-13

```
rhfork - Notepad
File Edit Format View Help
ID,NAME,LAT, LONG, ELEVATION
1,rh_419301,14.100,100.616,7.000
2,rh_423301,13.515,101.458,100.000
3,rh_429601,13.686,100.767,2.000
4,rh_430201,14.058,101.369,4.000
5,rh_430401,13.983,101.707,14.000
6,rh_431301,14.643,101.331,386.000
7,rh_440401,13.788,102.034,43.000
8,rh_459201,13.366,100.983,5.000
```

```
*rh_423301 - Notepad
File Edit Format View Help
19970101
78
73
87
75
74
77
80
79
80
79
77
80
84
79
```

ภาพที่ 3-13 ภาพแสดงการเตรียมข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในรูปแบบของตาราง (.dbf)

4. แรงแลม (Wind Speed Data) หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที โดยโดยข้อมูลดังกล่าว จะต้องจัดเตรียม ดังนี้

- ไฟล์ข้อมูลสถานีตรวจวัดแรงแลมในกลุ่มน้ำทั้งหมด 15 สถานี 1 ไฟล์ ตัวอย่างเช่น wind_423301 ละติจูด 13.515 ลองจิจูด 101.458 ระดับความสูง 100 เมตร
- ไฟล์ข้อมูลแรงแลมของแต่ละสถานีจำนวน 15 ไฟล์ ซึ่งจัดเก็บเป็นข้อมูลแรงแลมรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2540 – 31 ธันวาคม 2561 ดังแสดงในภาพที่ 3-14

windfork - Notepad File Edit Format View Help ID,NAME,LAT, LONG, ELEVATION 1,wind_419301,14.100,100.616,7.000 2,wind_423301,13.515,101.458,100.000 3,wind_429601,13.686,100.767,2.000 4,wind_430201,14.058,101.369,4.000 5,wind_430401,13.983,101.707,14.000 6,wind_431301,14.643,101.331,386.000 7,wind_440401,13.788,102.034,43.000 8,wind_459201,13.366,100.983,5.000	*wind_423301 - Notepad File Edit Format View Help 19970101 4.12 4.12 4.12 3.09 2.06 5.14 3.09 4.12 4.12 4.12 3.09 3.09 4.12 3.09
---	---

ภาพที่ 3-14 ภาพแสดงการเตรียมข้อมูลความเร็วลมในรูปแบบของตาราง (.dbf)

3.3.2.5 การปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation)

เมื่อคำนวณปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองแล้ว ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยการนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลน้ำท่าที่วัดได้จริงจากสถานีตรวจวัด เพื่อให้กราฟน้ำท่าที่คำนวณได้ มีความสัมพันธ์หรือเข้ากันได้มากที่สุดกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากข้อมูลของสถานีตรวจวัด (Neitsch et al., 2011) โดยการตรวจสอบความมั่นใจในแบบจำลองมีหลายหนทางด้วยกัน โดยหลักการช่วงแรก ๆ ซึ่งอย่างน้อยประมาณ 3-5 ปี (Thangtham, 2004) ในการศึกษานี้จะตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และค่า Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) ดังสมการที่ (3.7) และ (3.8) โดยใช้ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำท่ารายวันที่สถานีตรวจวัดน้ำท่า KGT.3 สำหรับลุ่มน้ำบางปะกง, Z.62 สำหรับลุ่มน้ำคลองใหญ่ และ Z.11 สำหรับลุ่ม

น้ำประแสร์ ซึ่งเป็นสถานีวัดน้ำท่าที่ตรงกับจุดออก (Outlet) ของแต่ละลุ่มน้ำมากที่สุด และชนิดของข้อมูลน้ำท่ารายวันที่ใช้ในการปรับเทียบดังแสดงในตารางที่ 3-7 และมีรูปแบบสมการที่ใช้ดังนี้

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^K (O_i - O_{avg}) \sum_{i=1}^K (P_i - P_{avg})}{\left[\sum_{i=1}^K (O_i - O_{avg})^2 \sum_{i=1}^K (P_i - P_{avg})^2 \right]^{0.5}} \right)^2 \quad (3.7)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^K (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^K (O_i - O_{avg})^2} \quad (3.8)$$

โดย:

I = ลำดับที่ของข้อมูล

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

O_i = ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด

O_{avg} = ค่าเฉลี่ยข้อมูลจากการตรวจวัด

P_i = ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง

P_{avg} = ค่าเฉลี่ยข้อมูล ที่ได้จากแบบจำลอง

ทั้งนี้ การปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง จะยอมรับค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่ ≥ 0.6 (Jie et al, 2010; บุรณโณค, 2552) และค่า Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) ≥ 0.5 (Moriasi et al, 2015)

สำหรับกระบวนการปรับเทียบ ได้ประยุกต์ใช้ Software SWAT-CUP โดยใช้ อัลกอริทึม Sufi-2 เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง (sensitivity analysis) เพื่อตัด parameter ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติออก และทำการปรับเฉพาะ parameter ที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อไป

ตารางที่ 3-7 สถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์ (Validation) แบบจำลอง

สถานี น้ำท่า	ปีที่ใช้ในการ ปรับเทียบ	ข้อมูลการใช้ ประโยชน์ที่ดินที่ใช้	ปีที่ใช้ในการ ตรวจพิสูจน์	ข้อมูลการใช้ ประโยชน์ที่ดินที่ใช้
KGT.3	2550-2551	2550	2560-2561	2560
Z.62	2559-2560	2550	2561	2560
Z.11	2552-2553	2550	2560-2561	2560

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในการประมาณปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก อันประกอบด้วยกลุ่มน้ำบางปะกง กลุ่มน้ำคลองใหญ่ และกลุ่มน้ำประแสร์ จากข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อาศัยแบบจำลอง CA-Markov โดยแบบจำลอง SWAT: ที่มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อประเมินการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560 สำหรับใช้ในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ. 2580 (2) เพื่อประเมินหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการประมาณปริมาณน้ำท่าโดยแบบจำลอง SWAT โดยอาศัยวิธีการเทียบมาตรฐานและการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง และ (3) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนต่อปริมาณน้ำท่าและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า มีผลการศึกษาอธิบายตามวิธีการศึกษาประกอบด้วย (1) การจำแนกรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (2) การประเมินหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการประมาณปริมาณน้ำท่าโดยแบบจำลอง SWAT และ (3) การประมาณปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT

4.1 การจำแนกรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

จากการจำแนกรูปแบบการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ในปี พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560 โดยใช้การแปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM, LANDSAT-8 OLI ผสมผสานกับการใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดินและสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) สามารถสรุปได้ ดังนี้

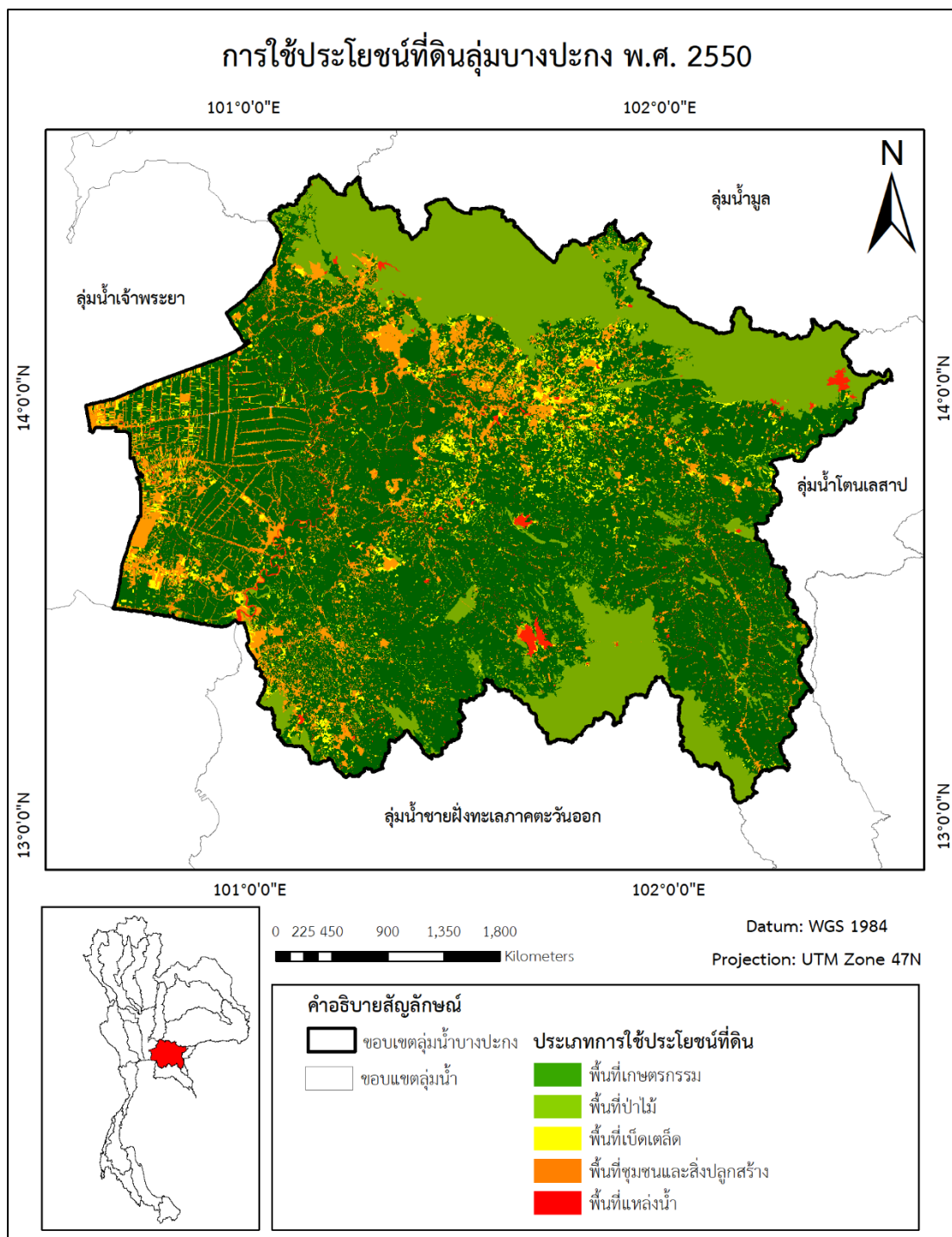
4.1.1 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง

4.1.1.1 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550

การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ 12,551.81 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 4,489.23 ตร.กม. พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ 826.56 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ 2,100.26 ตร.กม. และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 333.43 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ใน ตารางที่ 4-1 และ ภาพที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2550	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	12,551.81	61.83
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	4,489.23	22.11
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	826.56	4.07
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	2,100.26	10.35
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	333.43	1.64
รวมทั้งหมด	20,301.28	100.00



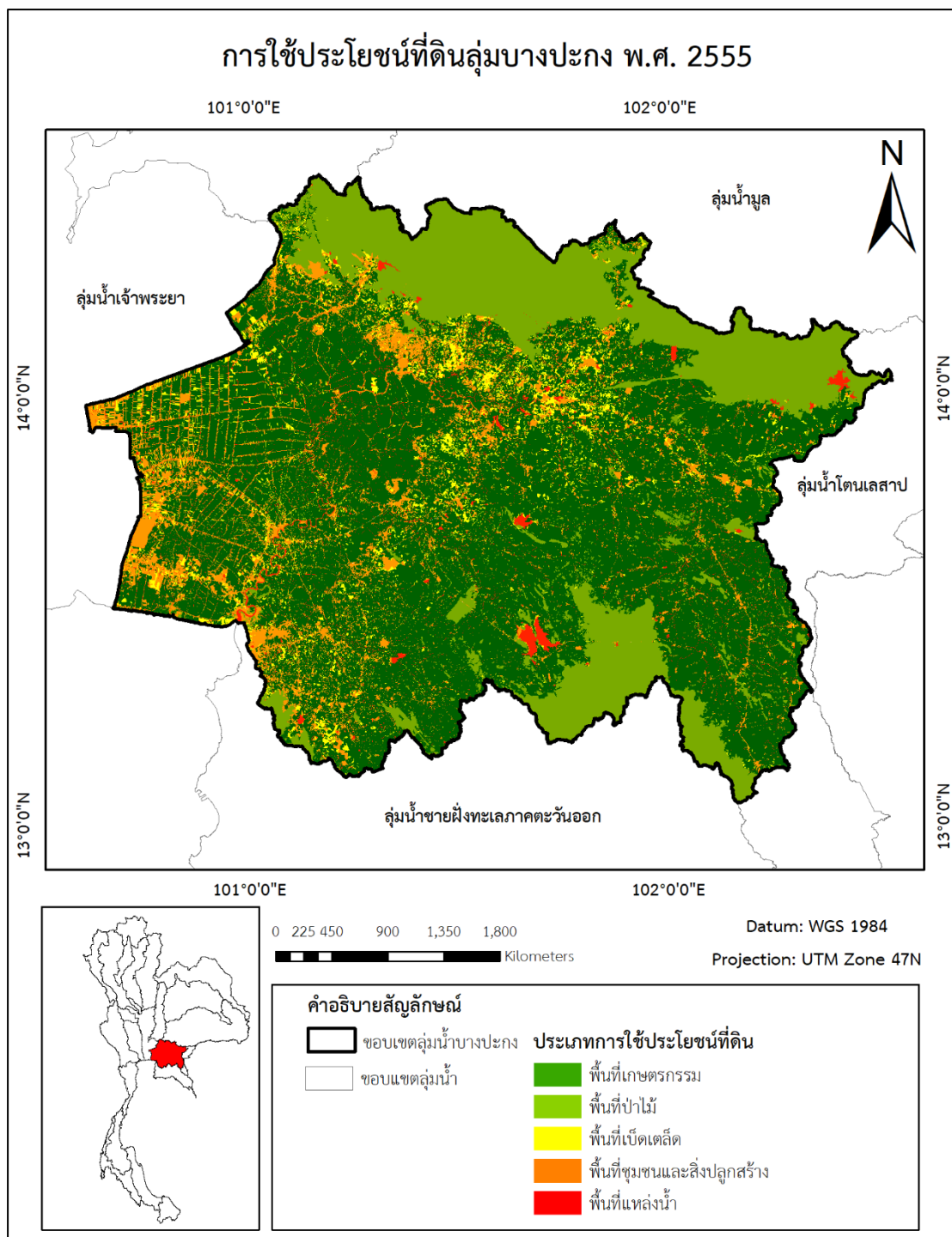
ภาพที่ 4-1 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550

4.1.1.2 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2555

การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ 12,548.31 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 4,461.34 ตร.กม. พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ 915.28 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ 1,931.96 ตร.กม. และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 445.80 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ใน ตารางที่ 4-2 และ ภาพที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2555

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2555	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	12,548.31	61.81
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	4,461.34	21.97
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	915.28	4.51
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	1,931.96	9.52
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	445.80	2.20
รวมทั้งหมด	20,302.69	100.00



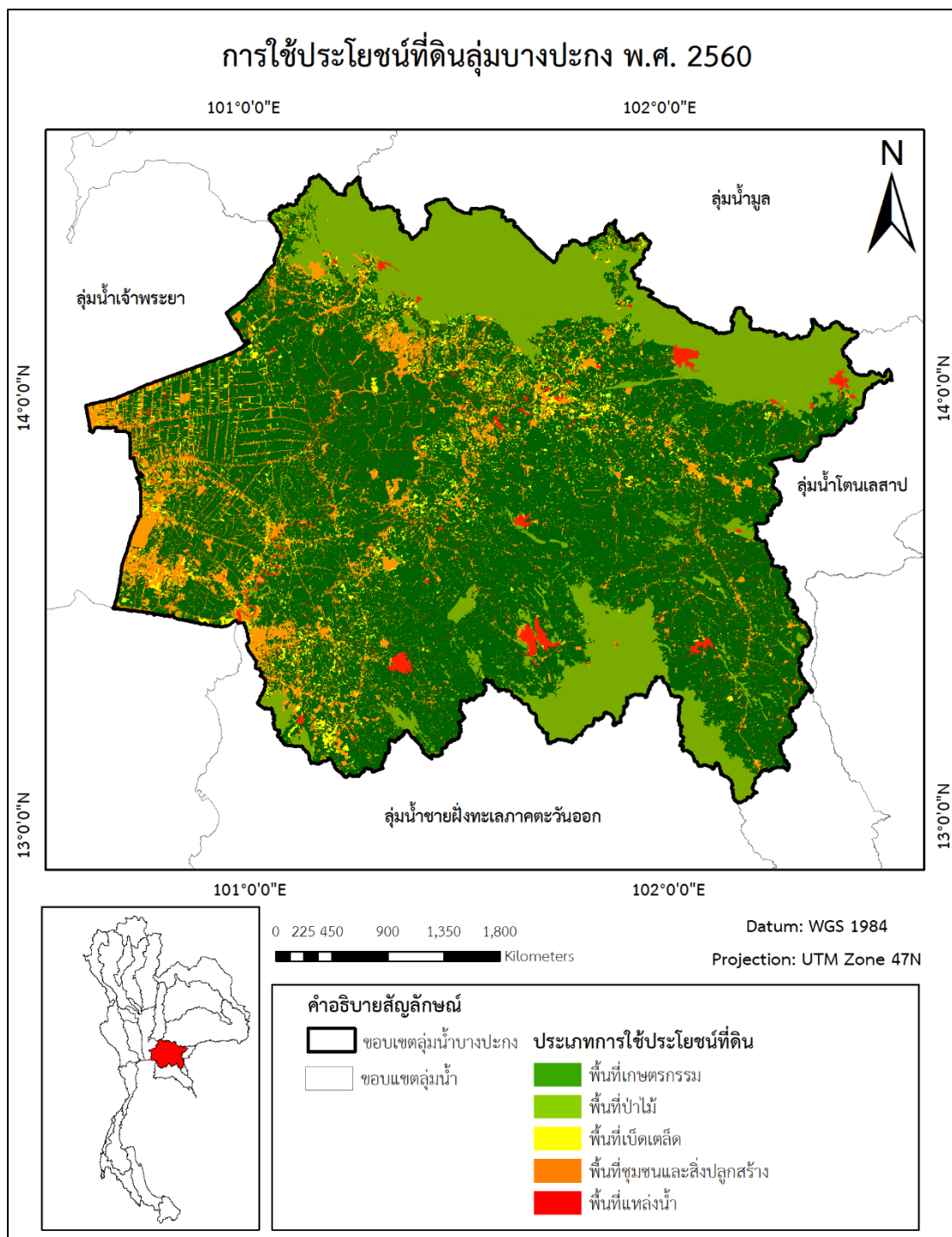
ภาพที่ 4-2 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2555

4.1.1.3 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2560

การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ 12,536.50 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 4,425.57 ตร.กม. พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ 770.40 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ 2,056.36 ตร.กม. และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 513.86 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ใน ตารางที่ 4-3 และ ภาพที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2560

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2560	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	12,536.50	61.75
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	4,425.57	21.80
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	770.40	3.79
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	2,056.36	10.13
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	513.86	2.53
รวมทั้งหมด	20,302.69	100.00



ภาพที่ 4-3 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2560

4.1.1.4 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง

จากการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2555 และ ปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2560 (ซึ่งแต่ละช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 5 ปี) และ ปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ. 2560 (ช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 10 ปี) พบว่า

รูปแบบการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2555 มีพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงลดลง อย่างเห็นได้ชัด ประเภทที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด และ แหล่งน้ำ โดยลดลงจากเดิม 88.72 ตร.กม. และ 112.37 ตร.กม. ตามลำดับ และรูปแบบการใช้ที่ดิน ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ และสิ่งปลูกสร้าง โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 3.49 ตร.กม. 27.88 ตร.กม. และ 168.30 ตร.กม. ตามลำดับ

รูปแบบการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงลดลง อย่างเห็นได้ชัด ประเภทที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และ แหล่งน้ำ โดยลดลงจากเดิม 124.40 ตร.กม และ 68.07 ตร.กม ตามลำดับ และรูปแบบการใช้ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และ พื้นที่เบ็ดเตล็ด โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 11.81 ตร.กม 35.77 ตร.กม และ 144.88 ตร.กม. ตามลำดับ

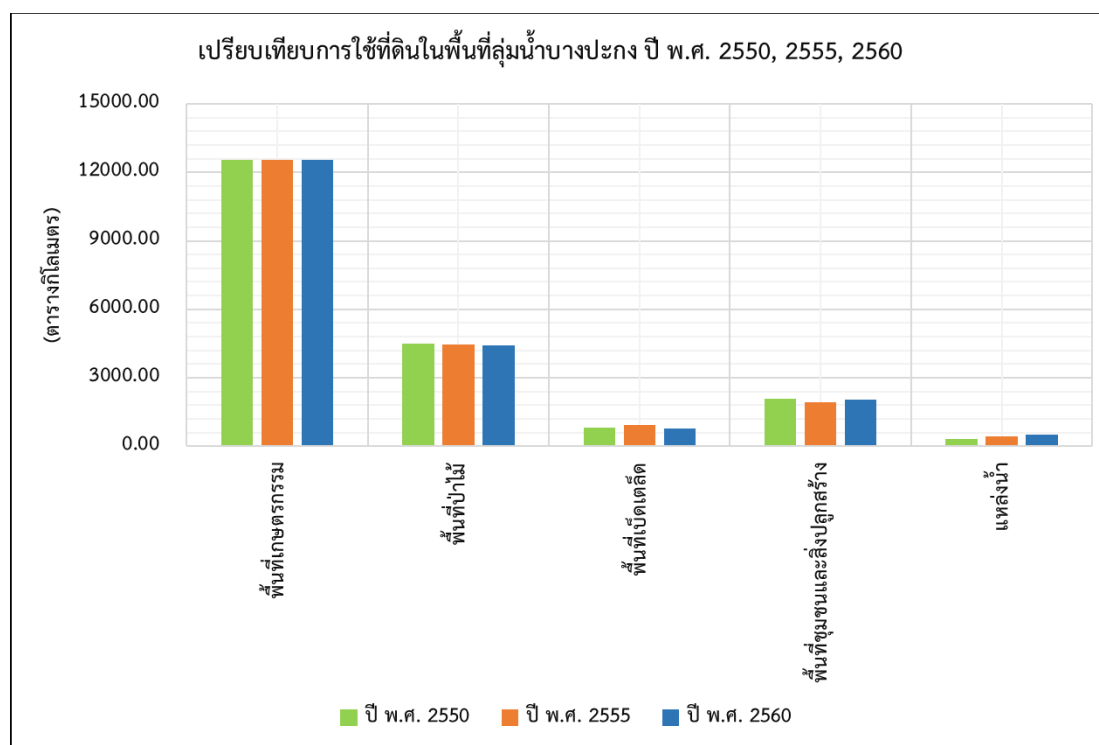
และ รูปแบบการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงลดลง อย่างเห็นได้ชัด ประเภทที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่แหล่งน้ำ โดยลดลงถึง 180.44 ตร.กม. และรูปแบบการใช้ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 15.31 ตร.กม. 63.66 ตร.กม. 56.16 ตร.กม. และ 43.91 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4-4 และ ภาพที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560

ประเภทการใช้ที่ดิน	การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.		
	2550-2555	2555-2560	2550-2560
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	0.02	0.06	0.08
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	0.14	0.18	0.32
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	-0.44	0.71	0.28
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	0.83	-0.61	0.22
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	-0.55	-0.34	-0.89

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 1. พื้นที่ตามตารางมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง 3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง



ภาพที่ 4-4 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง ปี พ.ศ.2550, 2555 และ 2560

4.1.1.5 การศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ บางปะกง

จากการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2555 และ ปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2560 (ซึ่งแต่ละช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 5 ปี) และ ปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ. 2560 (ช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 10 ปี) พบว่า

การศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลร่วมกับทฤษฎี Markov Model และ Cellular Automata ได้ดำเนินการศึกษาโดยใช้ข้อมูล ในหลายช่วงเวลา (Multi-Date Analysis) ได้กำหนดช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบจากอดีตถึงปัจจุบัน อยู่ในช่วงเวลา คือ ปี พ.ศ.2550 กับ พ.ศ.2560 (ระยะ 10 ปี) เพื่อศึกษารูปแบบและแนวโน้มของ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในแต่ละประเภทด้วยวิธี Time Series Analysis และ Trend Analysis เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2580 (ภาพที่ 4-5) สรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี พ.ศ.2580 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ.2560 มีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับ ดังนี้

พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 12,743.47 ตร.กม. โดยลดลงจาก พ.ศ.2560 คิดเป็น 206.97 ตร.กม.

พื้นที่ป่าไม้ (Forest land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 4,581.90 ตร.กม. กม. โดยลดลงจาก พ.ศ.2560 คิดเป็น 156.33 ตร.กม.

พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 622.37 ตร.กม. โดยเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2560 คิดเป็น 148.03 ตร.กม.

พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and built up land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 1,889.71 ตร.กม.โดยทั้งที่อยู่อาศัย และ ย่านอุตสาหกรรม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คิดเป็น 166.64 ตร.กม.

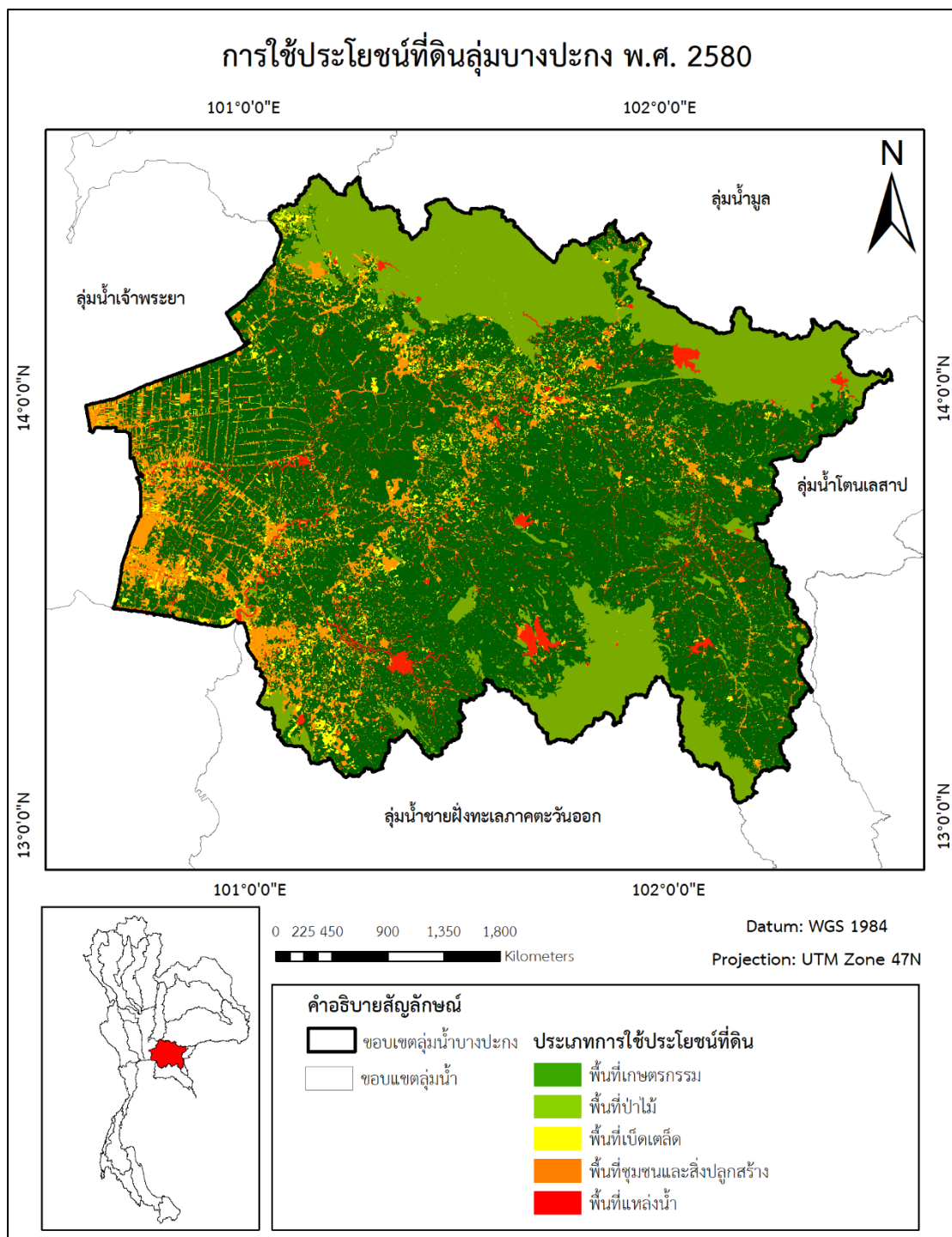
และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่รวม 465.24 ตร.กม. มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 48.62 ตร.กม. โดยข้อมูล การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ.2560 เทียบกับ พ.ศ.2580 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-5 และ ตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-5 การใช้ที่ดินลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ.2560 เทียบกับ พ.ศ. 2580

ประเภทการใช้ที่ดิน	ลุ่มน้ำบางปะกง		การเปลี่ยนแปลง ของพื้นที่ (ตร.กม.)
	ปี 2560	ปี 2580	
พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	12,536.50	12,743.47	-206.97
พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	4,425.57	4,581.90	-156.33
พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	770.40	622.37	148.03
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	2,056.36	1,889.71	166.64
แหล่งน้ำ (Water Body)	513.86	465.24	48.62
รวมทั้งหมด	20,302.69	20,302.69	

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 1. พื้นที่ตามตารางมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง 3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง



ภาพที่ 4-5 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ.2580

ตารางที่ 4-6 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกงโดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2560 กับ ปี พ.ศ.2580

ปี 2580 ปี 2560	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	พื้นที่ชุมชนและ สิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่แหล่งน้ำ	พื้นที่รวมปี 2560
พื้นที่เกษตรกรรม	12,086.62	66.17	116.69	187.01	40.28	12,496.77
พื้นที่ป่าไม้	10.09	4,345.73	3.50	3.89	8.24	4,371.46
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	85.34	1.60	590.29	37.66	5.74	720.63
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	197.31	4.51	23.63	1,792.31	19.26	2,037.01
พื้นที่แหล่งน้ำ	176.92	10.97	37.92	40.51	441.26	707.58
พื้นที่รวมปี 2580	12,556.28	4,428.99	772.03	2,061.38	514.77	20,333.45

ที่มา: จากการคำนวณ /หมายเหตุ: 1. พื้นที่ตามตารางมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง
3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ศณนิยม 2 ตำแหน่ง

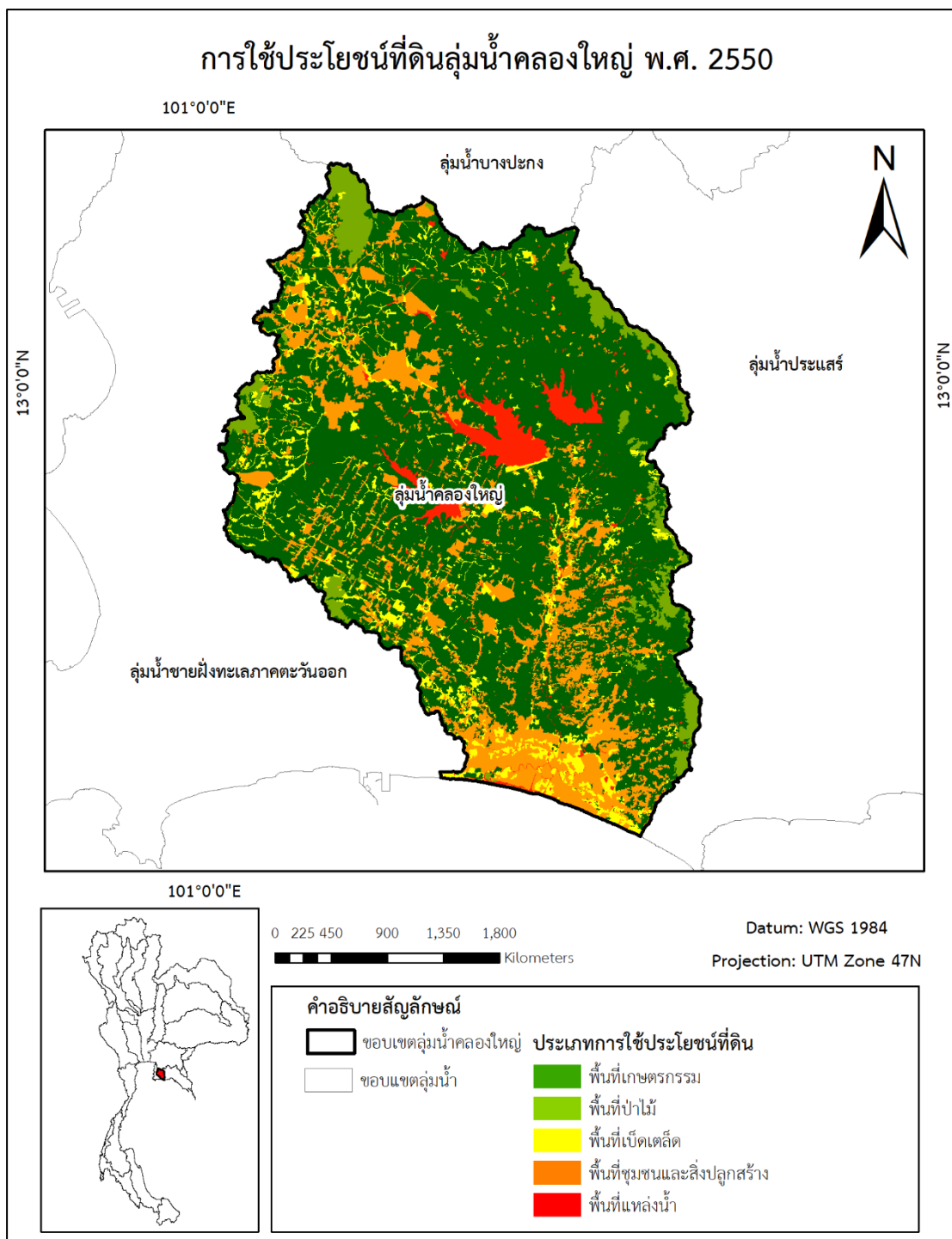
4.1.2 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่

4.1.2.1 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2550

การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ 1,155.21 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 101.18 ตร.กม. พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ 117.40 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ 297.17 ตร.กม. และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 61.87 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ในตารางที่ 4-7 และ ภาพที่ 4-6

ตารางที่ 4-7 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2550

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2550	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	1,155.21	66.67
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	101.18	5.84
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	117.40	6.78
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	297.17	17.15
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	61.87	3.57
รวมทั้งหมด	1,732.83	100.00



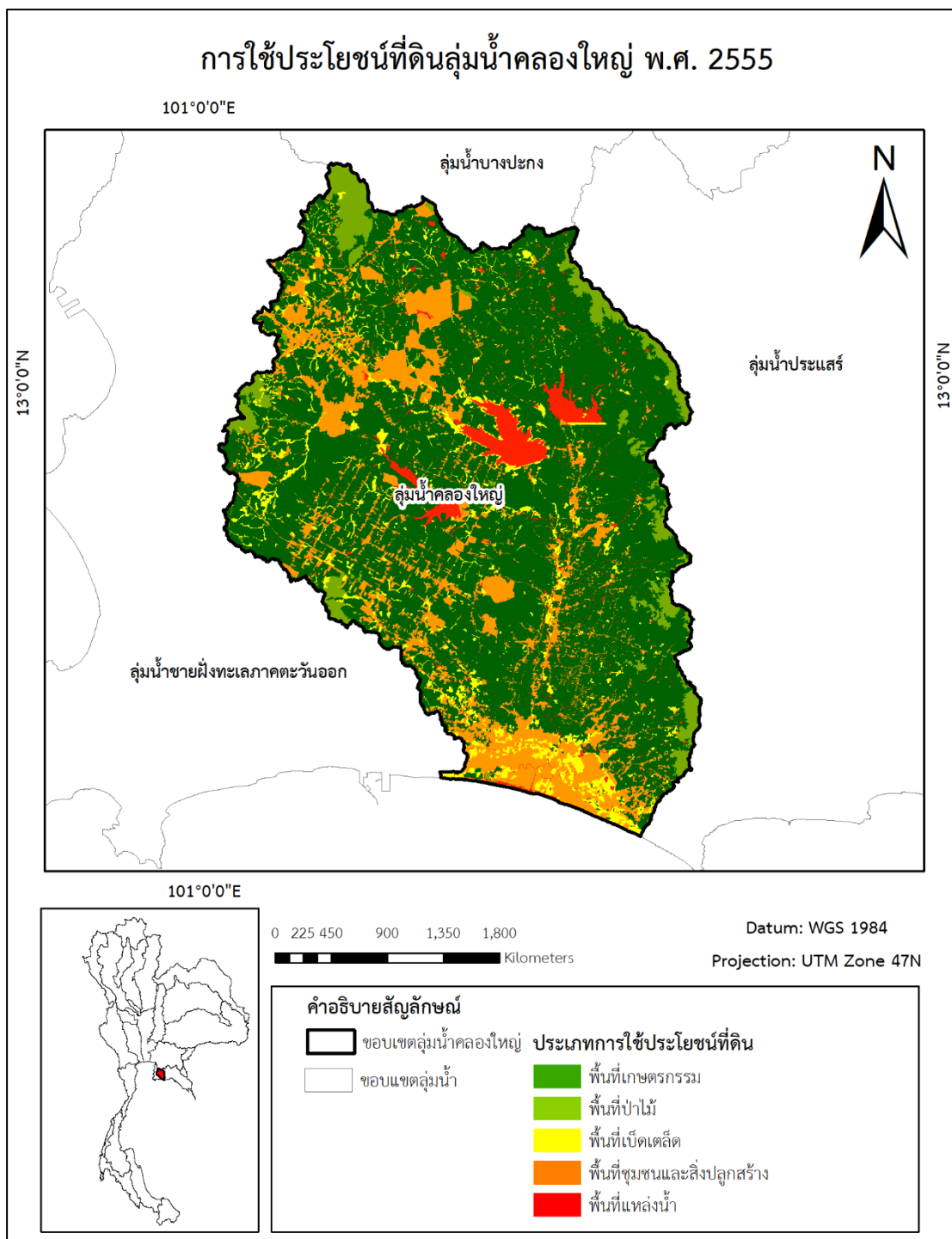
ภาพที่ 4-6 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2550

4.1.2.2 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2555

การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ 1,195.92 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 97.28 ตร.กม. พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ 103.16 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ 276.99 ตร.กม. และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 59.48 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ในตารางที่ 4-8 และ ภาพที่ 4-7

ตารางที่ 4-8 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2555

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2555	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	1,195.92	69.02
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	97.28	5.61
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	103.16	5.95
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	276.99	15.98
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	59.48	3.43
รวมทั้งหมด	1,732.83	100.00



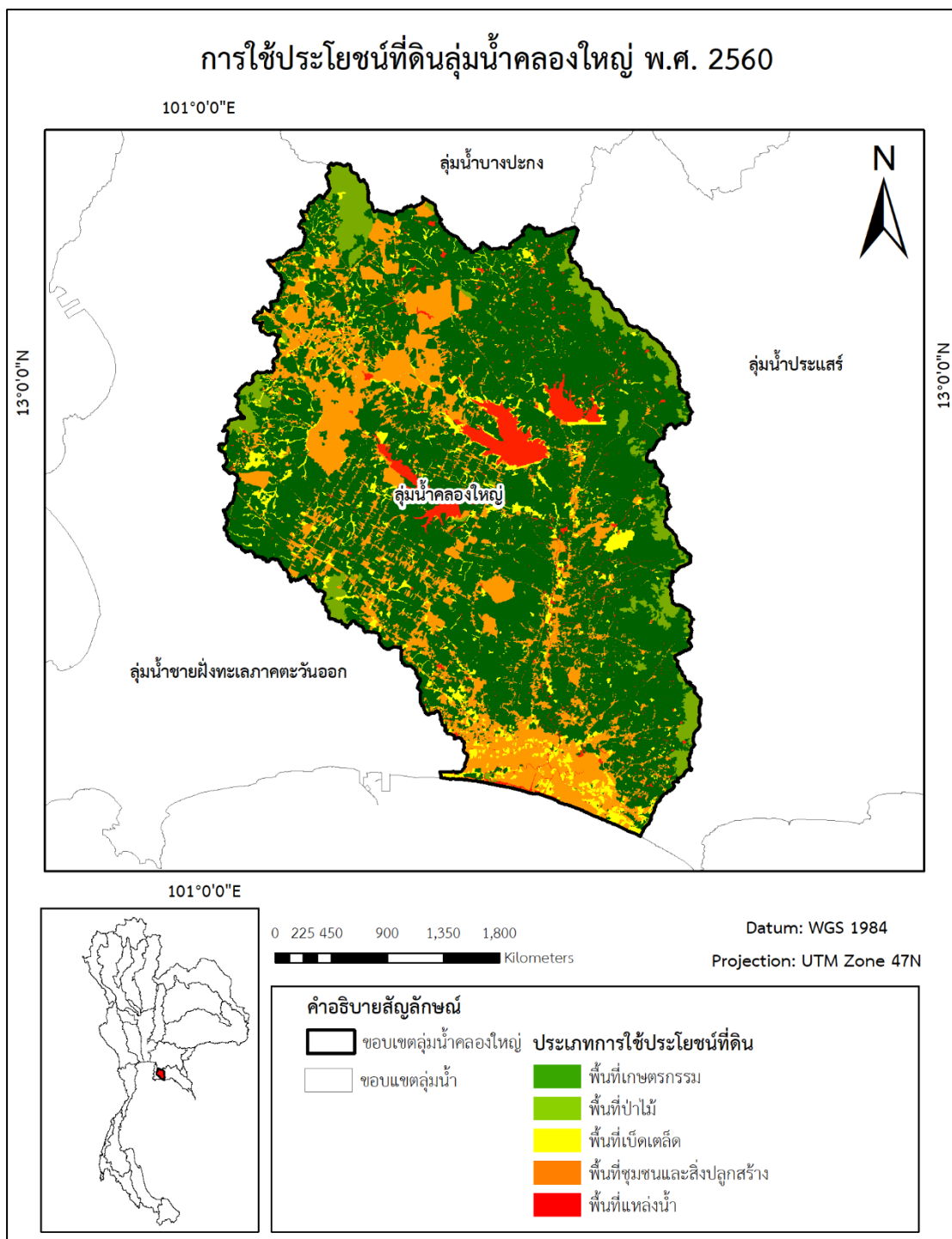
ภาพที่ 4-7 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2555

4.1.2.3 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2560

การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ 1,132.50 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 99.24 ตร.กม. พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ 101.93 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ 337.51 ตร.กม. และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 61.66 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ในตารางที่ 4-9 และ ภาพที่ 4-8

ตารางที่ 4-9 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2560

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2560	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	1,132.50	65.36
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	99.24	5.73
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	101.93	5.88
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	337.51	19.48
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	61.66	3.56
รวมทั้งหมด	1,732.83	100.00



ภาพที่ 4-8 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ. 2560

4.1.2.4 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่

จากการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2555 และ ปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2560 (ซึ่งแต่ละช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 5 ปี) และ ปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ. 2560 (ช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 10 ปี) พบว่า

รูปแบบการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2555 มีพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงลดลง อย่างเห็นได้ชัด ประเภทที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม โดยลดลงจากเดิม 40.71 ตร.กม. และรูปแบบการใช้ที่ดิน ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่ชุมชนและปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 3.90 ตร.กม. 14.24 ตร.กม. 20.19 ตร.กม. และ 2.38 ตร.กม. ตามลำดับ

รูปแบบการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงลดลง อย่างเห็นได้ชัด ประเภทที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนและปลูกสร้าง และ แหล่งน้ำ โดยลดลงจากเดิม 1.95 ตร.กม 60.52 ตร.กม. และ 2.18 ตร.กม ตามลำดับ และ รูปแบบการใช้ที่ดินที่มี การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม และ พื้นที่เบ็ดเตล็ด โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 63.42 ตร.กม และ 1.23 ตร.กม. ตามลำดับ

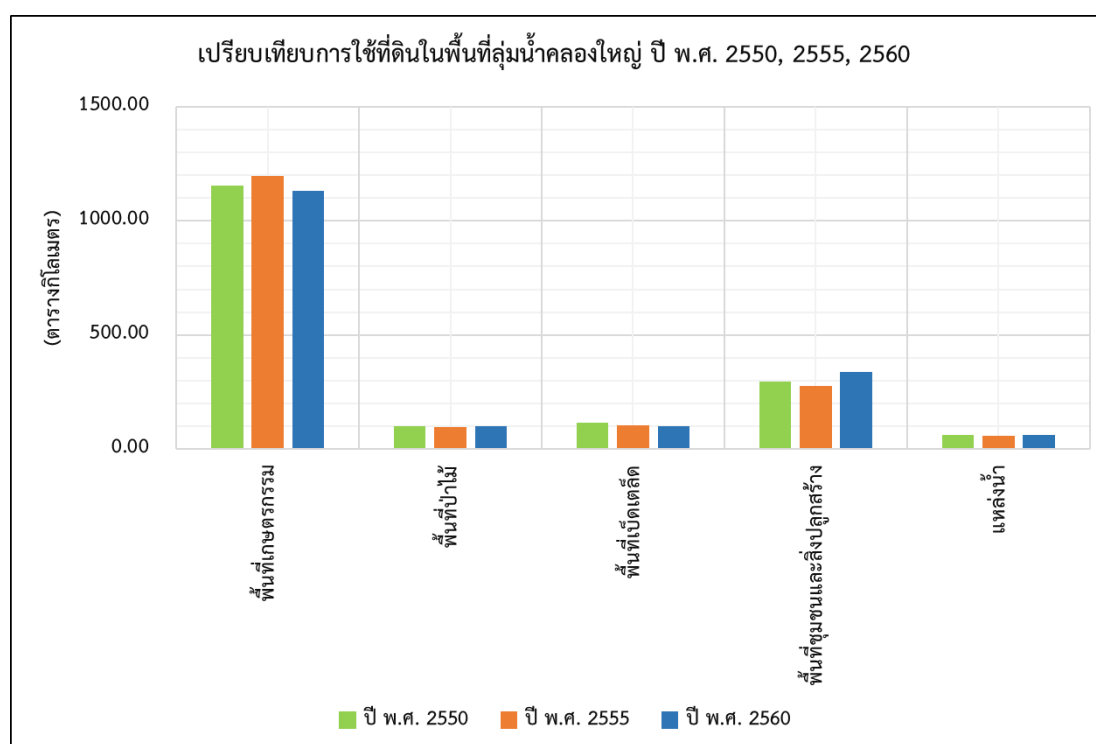
และ รูปแบบการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง ลดลง อย่างเห็นได้ชัด ประเภทที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและปลูกสร้าง โดยลดลงถึง 40.33 ตร.กม. และรูปแบบการใช้ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เบ็ดเตล็ด และแหล่งน้ำ โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 22.71 ตร.กม. 1.95 ตร.กม. 15.48 ตร.กม. และ 0.20 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4-10 และ ภาพที่ 4-9

ตารางที่ 4-10 ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560

ประเภทการใช้ที่ดิน	การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.		
	2550-2555	2555-2560	2550-2560
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	-2.35	3.66	1.31
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	0.22	-0.11	0.11
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	0.82	0.07	0.89
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	1.16	-3.49	-2.33
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	0.14	-0.13	0.01

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 1. พื้นที่ตามตารางมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง 3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง



ภาพที่ 4-9 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี ปี พ.ศ.2555, 2557 และ 2562

4.1.2.5 การศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่

จากการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2555 และ ปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2560 (ซึ่งแต่ละช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 5 ปี) และ ปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ. 2560 (ช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 10 ปี) พบว่า

การศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลร่วมกับทฤษฎี Markov Model และ Cellular Automata ได้ดำเนินการศึกษาโดยใช้ข้อมูล ในหลายช่วงเวลา (Multi-Date Analysis) ได้กำหนดช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบจากอดีตถึงปัจจุบัน อยู่ในช่วงเวลา คือ ปี พ.ศ.2550 กับ พ.ศ.2560 (ระยะ 10 ปี) เพื่อศึกษารูปแบบและแนวโน้มของ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในแต่ละประเภทด้วยวิธี Time Series Analysis และ Trend Analysis เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2580 (ภาพที่ 4-9) สรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี พ.ศ.2580 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ.2560 มีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับ ดังนี้

พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 1,139.86 ตร.กม. โดยลดลงจาก พ.ศ.2560 คิดเป็น 7.36 ตร.กม.

พื้นที่ป่าไม้ (Forest land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 96.62 ตร.กม. กม. โดยเพิ่มจาก พ.ศ. 2560 คิดเป็น 2.61 ตร.กม.

พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 88.22 ตร.กม. โดยเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2560 คิดเป็น 13.71 ตร.กม.

พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and built up land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 349.41 ตร.กม. โดยทั้งที่อยู่อาศัย และ ย่านอุตสาหกรรม มีแนวโน้มลดลง คิดเป็น 11.90 ตร.กม.

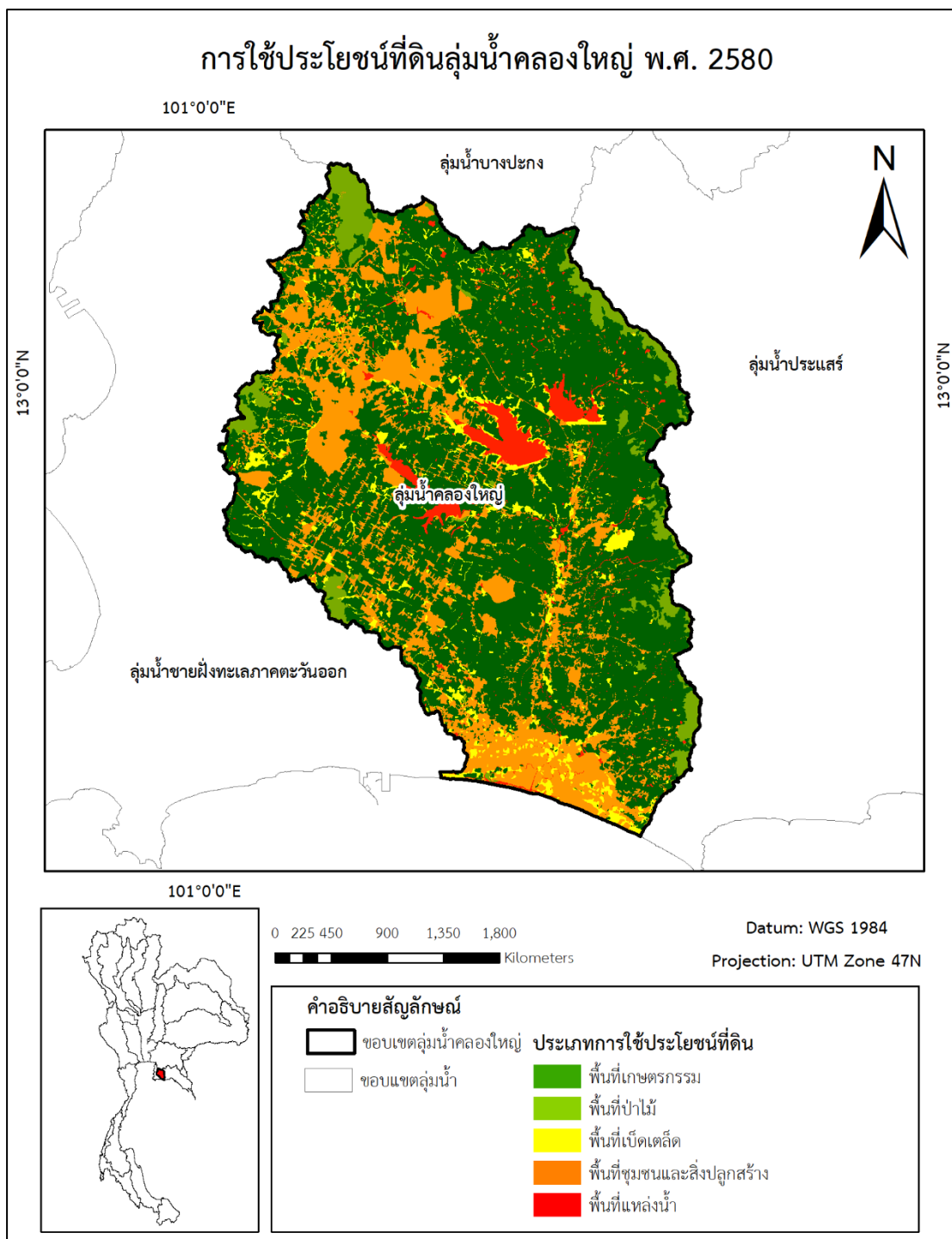
และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่รวม 58.72 ตร.กม. มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 2.94 ตร.กม. โดยข้อมูล การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ.2560 เทียบกับ พ.ศ.2580 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-11 และ ตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-11 การใช้ที่ดินลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ.2560 เทียบกับ พ.ศ. 2580

ประเภทการใช้ที่ดิน	ลุ่มน้ำบางปะกง		การเปลี่ยนแปลง ของพื้นที่ (ตร.กม.)
	ปี 2560	ปี 2580	
พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	1132.50	1,139.86	-7.36
พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	99.24	96.62	2.61
พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	101.93	88.22	13.71
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	337.51	349.41	-11.90
แหล่งน้ำ (Water Body)	61.66	58.72	2.94
รวมทั้งหมด	1732.83	1,732.83	

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 1. พื้นที่ตามตารางมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง 3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง



ภาพที่ 4-10 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำคลองใหญ่ พ.ศ.2580

ตารางที่ 4-12 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำคลองใหญ่โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2560 กับ ปี พ.ศ.2580

ปี 2560 \ ปี 2580	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูก	พื้นที่แหล่งน้ำ	พื้นที่รวมปี 2560
พื้นที่เกษตรกรรม	1,097.70	6.19	4.02	1.02	0.00	1,108.94
พื้นที่ป่าไม้	0.00	93.05	1.84	0.00	0.00	94.89
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	0.01	0.00	84.95	0.01	4.86	89.83
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	30.71	0.00	11.02	336.49	0.27	378.49
พื้นที่แหล่งน้ำ	4.07	0.00	0.07	0.00	56.55	60.69
พื้นที่รวมปี 2580	1,132.50	99.24	101.91	337.52	61.67	1,732.84

ที่มา: จากการคำนวณ /หมายเหตุ: 1. พื้นที่ตามตารางมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง 3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง 3. คำอธิบายอักษรย่อแสดงอยู่ใน บทที่ 3 ตารางที่ 3-2 รหัส (Code) การใช้ที่ดินและคำอธิบาย

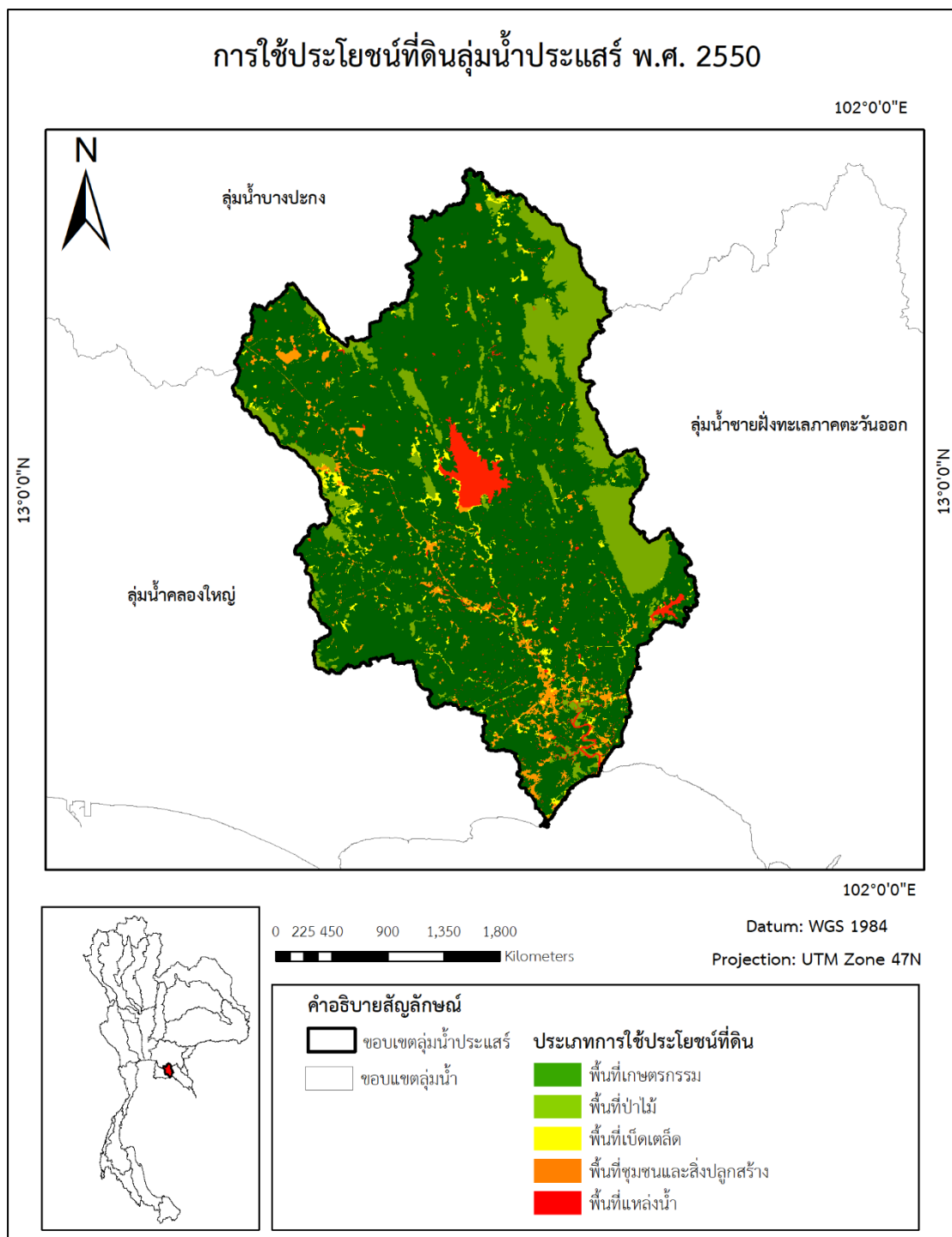
4.1.3 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำประแสร์

4.1.3.1 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2550

การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ 1,661.37 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 303.32 ตร.กม. พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ 51.24 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ 71.38 ตร.กม. และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 55.83 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ในตารางที่ 4-13 และ ภาพที่ 4-11

ตารางที่ 4-13 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2550

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2550	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	1,661.37	77.52
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	303.32	14.15
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	51.24	2.39
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	71.38	3.33
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	55.83	2.61
รวมทั้งหมด	2,143.14	100.00

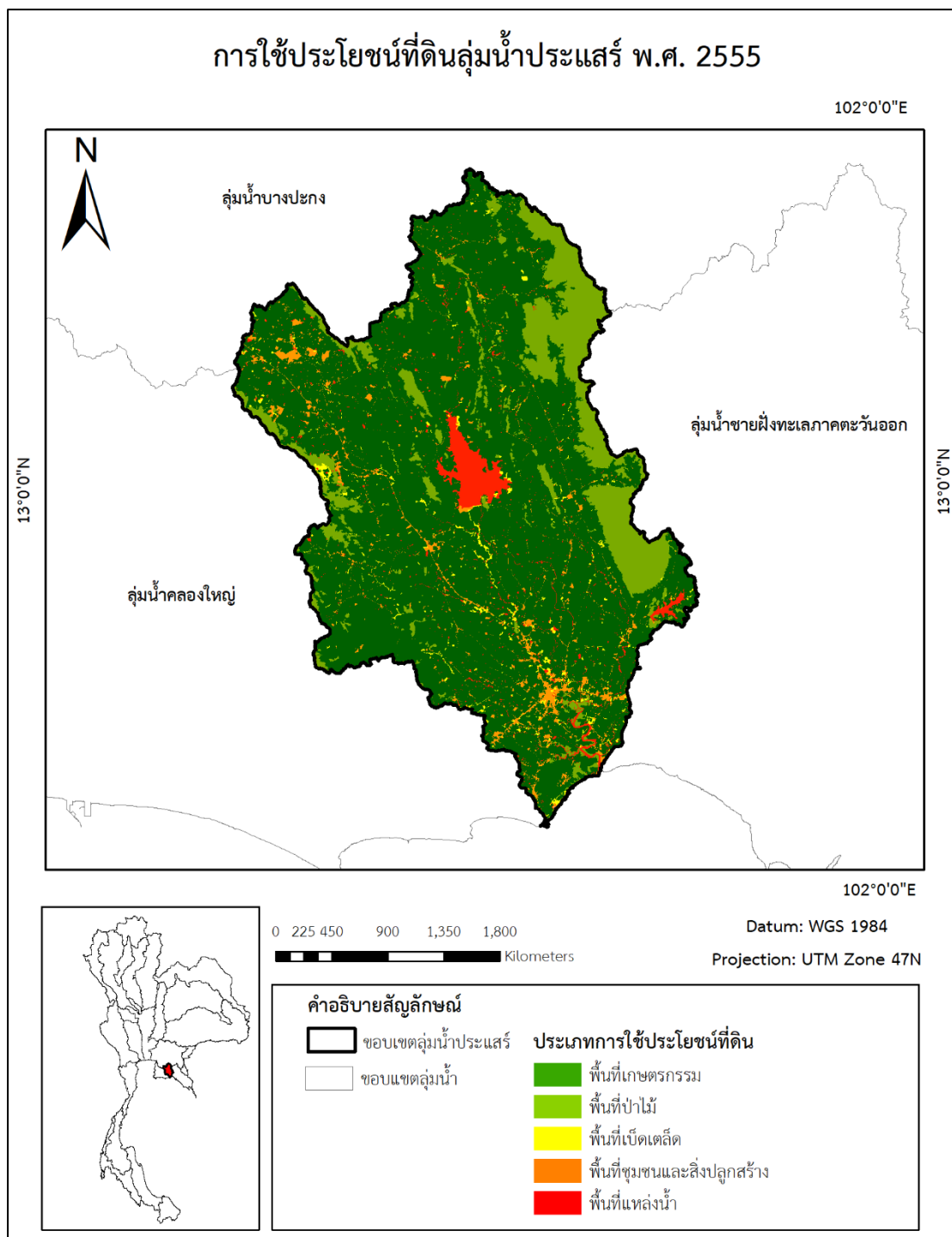


4.1.3.2 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2555

การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ 1,672.77 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 305.75 ตร.กม. พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ 27.58 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ 70.55 ตร.กม. และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 66.49 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ในตารางที่ 4-14 และ ภาพที่ 4-12

ตารางที่ 4-14 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2555

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2555	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	1,672.77	78.05
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	305.75	14.27
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	27.58	1.29
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	70.55	3.29
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	66.49	3.10
รวมทั้งหมด	2,143.14	100.00



ภาพที่ 4-12 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2555

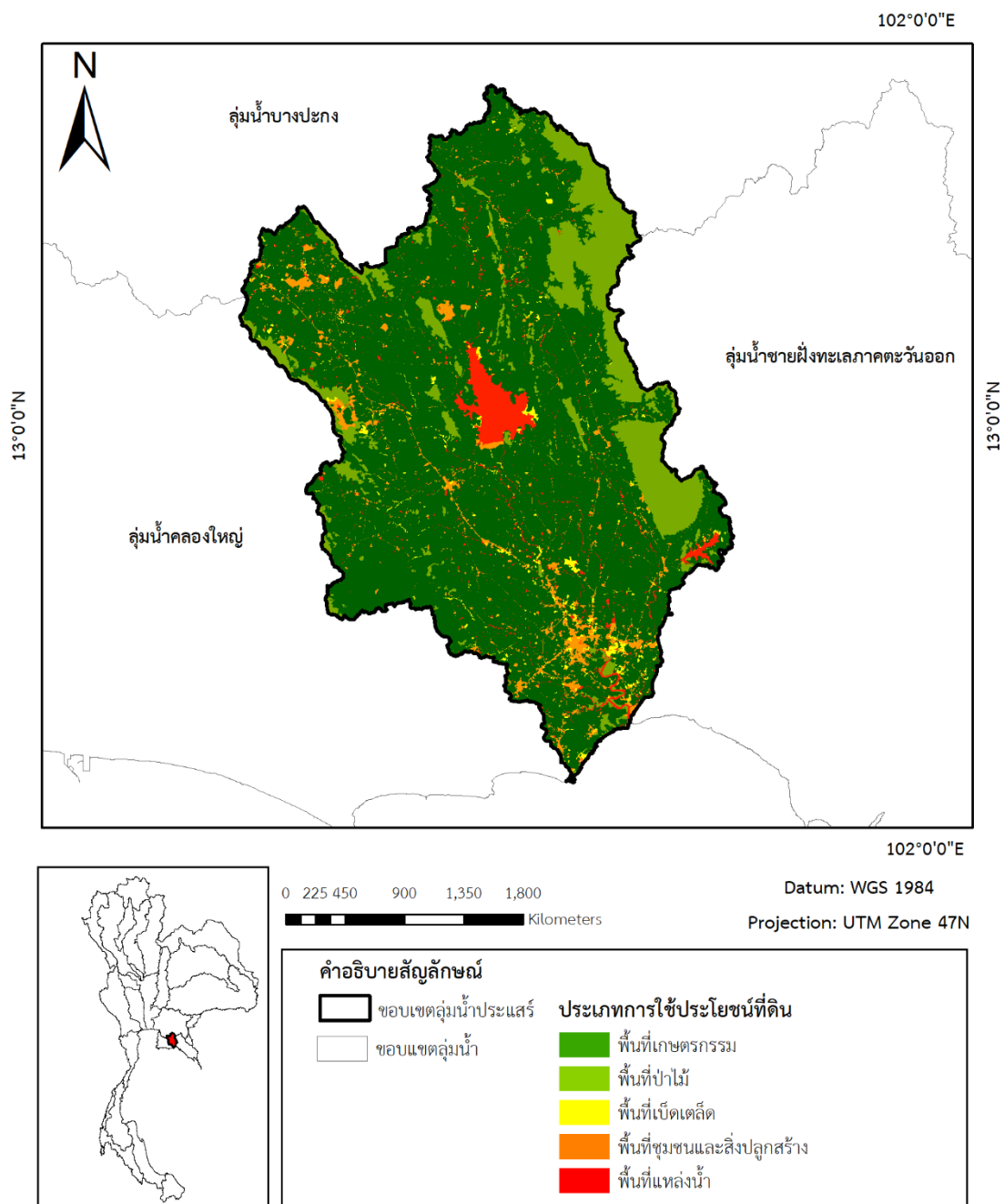
4.1.3.3 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2560

การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ 1,654.91 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 301.03 ตร.กม. พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ 27.46 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ 87.65 ตร.กม. และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 72.10 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ในตารางที่ 4-15 และ ภาพที่ 4-13

ตารางที่ 4-15 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ. 2560

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2560	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	1,654.91	77.22
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	301.03	14.05
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	27.46	1.28
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	87.65	4.09
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	72.10	3.36
รวมทั้งหมด	2,143.14	100.00

การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2560



ภาพที่ 4-13 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ. 2560

4.1.3.4 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำประแสร์

จากการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2555 และ ปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2560 (ซึ่งแต่ละช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 5 ปี) และ ปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ. 2560 (ช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 10 ปี) พบว่า

รูปแบบการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2555 มีพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงลดลง อย่างเห็นได้ชัด ประเภทที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ แหล่งน้ำ โดยลดลงจากเดิม 11.40 ตร.กม. 2.43 ตร.กม. และ 10.66 ตร.กม. และรูปแบบการใช้ ที่ดิน ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่ชุมชนและปลูกสร้าง โดยเพิ่มขึ้นจาก เดิม 23.66 ตร.กม. และ 0.83 ตร.กม. ตามลำดับ

รูปแบบการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงลดลง อย่างเห็นได้ชัด ประเภทที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และ แหล่งน้ำ โดยลดลงจากเดิม 17.10 ตร.กม และ 5.61 ตร.กม ตามลำดับ และรูปแบบการใช้ที่ดินที่มี การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 17.86 ตร.กม 4.72 ตร.กม. และ 0.12 ตร.กม. ตามลำดับ

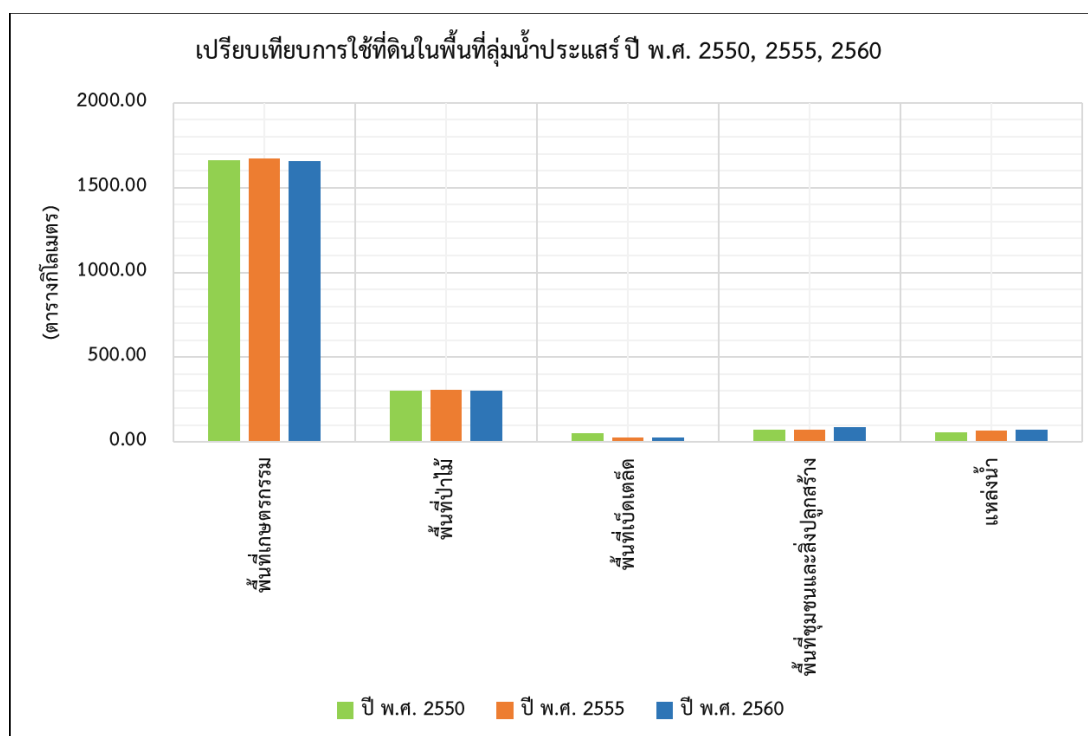
และ รูปแบบการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง ลดลง อย่างเห็นได้ชัด ประเภทที่พบการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยลดลงถึง 16.27 ตร.กม. และรูปแบบการใช้ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 6.46 ตร.กม. 2.29 ตร. กม. และ 29.79 ตร.กม. ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4-16 และ ภาพที่ 4-14

ตารางที่ 4-16 ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560

ประเภทการใช้ที่ดิน	การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.		
	2550-2555	2555-2560	2550-2560
1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	-0.53	0.83	0.30
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	-0.11	0.22	0.11
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	1.10	0.01	1.11
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	0.04	-0.80	-0.76
5. แหล่งน้ำ (Water Body)	-0.50	-0.26	-0.76

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 1. พื้นที่ตามตารางมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง 3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง



ภาพที่ 4-14 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี ปี พ.ศ.2550, 2555 และ 2560

4.1.3.5 การศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ ประแสร์

จากการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ.2555 และ ปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2560 (ซึ่งแต่ละช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 5 ปี) และ ปี พ.ศ.2550 กับ ปี พ.ศ. 2560 (ช่วงห่างกันเป็นระยะเวลา 10 ปี) พบว่า

การศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลร่วมกับทฤษฎี Markov Model และ Cellular Automata ได้ดำเนินการศึกษาโดยใช้ข้อมูล ในหลายช่วงเวลา (Multi-Date Analysis) ได้กำหนดช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบจากอดีตถึงปัจจุบัน อยู่ในช่วงเวลา คือ ปี พ.ศ.2550 กับ พ.ศ.2560 (ระยะ 10 ปี) เพื่อศึกษารูปแบบและแนวโน้มของ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในแต่ละประเภทด้วยวิธี Time Series Analysis และ Trend Analysis เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2580 (ภาพที่ 4-9) สรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี พ.ศ.2580 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ.2560 มีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับ ดังนี้

พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 1,666.52 ตร.กม. โดยลดลงจาก พ.ศ.2560 คิดเป็น 11.61 ตร.กม.

พื้นที่ป่าไม้ (Forest land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 296.97 ตร.กม. กม. โดยเพิ่มจาก พ.ศ. 2560 คิดเป็น 4.06 ตร.กม.

พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 20.88 ตร.กม. โดยเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2560 คิดเป็น 6.58 ตร.กม.

พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and built up land) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 85.20 ตร.กม. โดยทั้งที่อยู่อาศัย และ ย่านอุตสาหกรรม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คิดเป็น 2.45 ตร.กม.

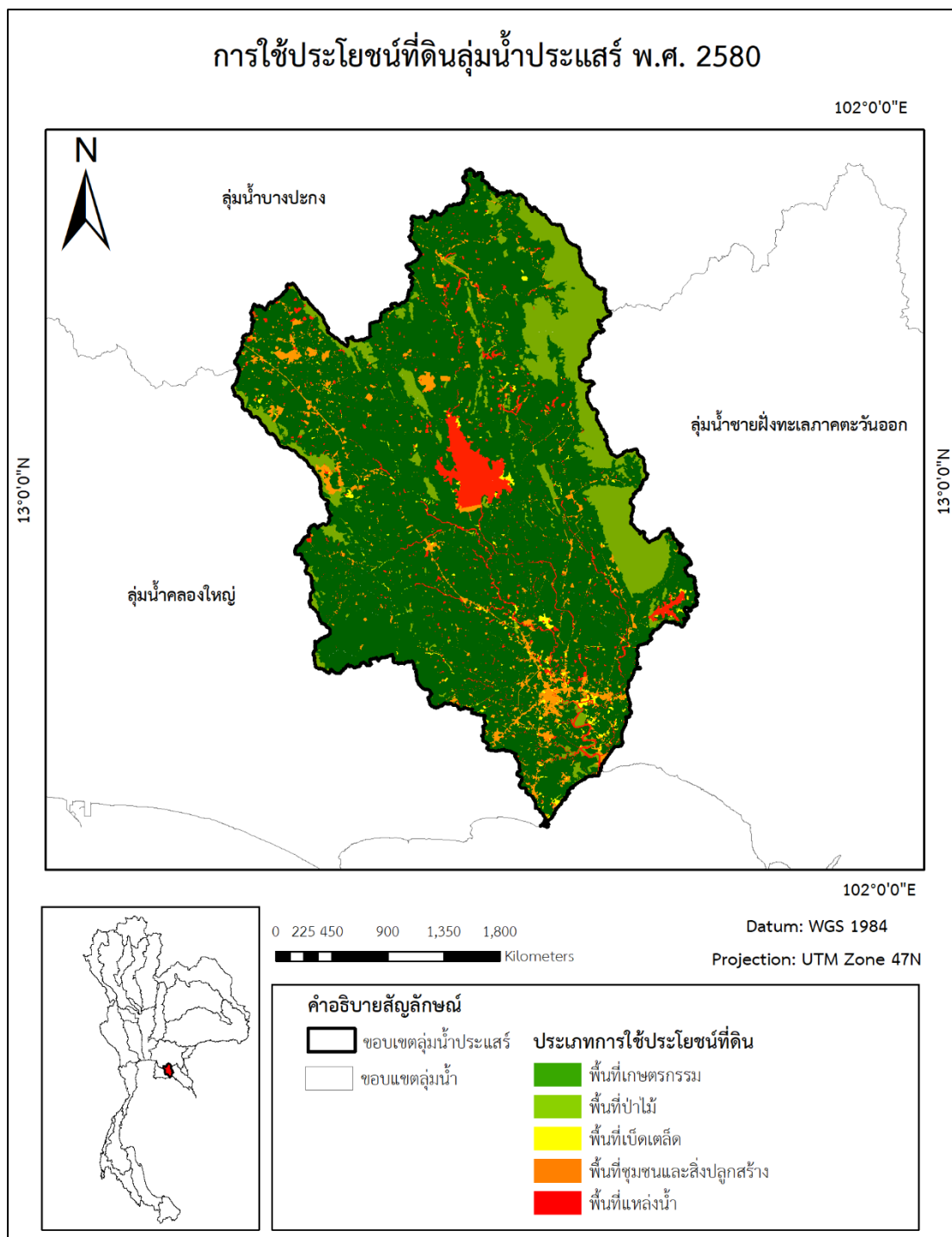
และ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่รวม 73.57 ตร.กม. มีแนวโน้มลดลง 1.47 ตร.กม. โดยข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ.2560 เทียบกับ พ.ศ.2580 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-17 และ ตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-17 การใช้ที่ดินลุ่มน้ำบางปะกง พ.ศ.2560 เทียบกับ พ.ศ. 2580

ประเภทการใช้ที่ดิน	ลุ่มน้ำบางปะกง		การเปลี่ยนแปลง ของพื้นที่ (ตร.กม.)
	ปี 2560	ปี 2580	
พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	1654.91	1,666.52	-11.61
พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	301.03	296.97	4.06
พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	27.46	20.88	6.58
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban And Built Up Land)	87.65	85.20	2.45
แหล่งน้ำ (Water Body)	72.10	73.57	-1.47
รวมทั้งหมด	2143.144	2,143.14	

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 1. พื้นที่ตามตารางมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง 3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง



ภาพที่ 4-15 แผนที่การใช้ที่ดินลุ่มน้ำประแสร์ พ.ศ.2580

ตารางที่ 4-18 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำประแสร์โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2560 กับ ปี พ.ศ.2580

ปี 2580 ปี 2560	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	พื้นที่ชุมชนและ สิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่แหล่งน้ำ	พื้นที่รวมปี 2560
พื้นที่เกษตรกรรม	1,610.57	11.50	1.28	4.82	0.59	1,628.76
พื้นที่ป่าไม้	4.48	287.00	1.20	0.06	0.10	292.83
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	2.21	0.77	20.18	0.05	0.08	23.28
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	15.63	1.05	0.73	82.34	0.19	99.94
พื้นที่แหล่งน้ำ	21.52	0.39	4.04	0.34	71.10	97.40
พื้นที่รวมปี 2580	1,654.41	300.70	27.44	87.61	72.04	2,142.20

ที่มา: จากการคำนวณ /หมายเหตุ: 1. พื้นที่ตามตารางมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง
3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

4.2 ผลการประเมินพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการประมาณปริมาณน้ำท่าโดยแบบจำลอง SWAT

ในการประมาณปริมาณน้ำท่าในแบบจำลอง SWAT นักวิจัยต้องจัดเตรียมค่าพารามิเตอร์ตั้งต้นสำหรับการประมวลผลในแบบจำลอง SWAT ประกอบด้วย 17 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินน้ำท่า ดังสรุปไว้ในตารางที่ 4-19 และนำพารามิเตอร์ตั้งต้นไปใช้ในการประมาณปริมาณน้ำท่า พร้อมทำการคำนวณค่าทางสถิติก่อนทำการเทียบมาตรฐานและทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง โดยค่า R^2 มีค่ามากกว่า 0.6 และค่า NSE มีค่ามากกว่า 0.5 จึงถือเป็นค่าที่ยอมรับได้ในทางสถิติ

ตารางที่ 4-19 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ใช้สำหรับการเปรียบเทียบในแบบจำลอง SWAT

ลำดับ	พารามิเตอร์	ชนิดไฟล์	คำอธิบาย	ช่วงที่กำหนด
1	r_CN2	.mgt	ค่าสัมประสิทธิ์ในลำน้ำที่ความชื้นในดินระดับที่สอง (SCS runoff curve number for moisture condition II)	±25%
2	v_ALPHA_BF	.gw	ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงการไหลพื้นฐานในชั้นให้น้ำใต้ดิน (Baseflow alpha factor (days))	0-1
3	v_ESCO	.hru	ค่าชดเชยการระเหยจากน้ำในดิน Soil evaporation compensation factor	0-1
4	v_SLSUBBSN	.hru	ค่าความลาดชันเฉลี่ย Average slope length	10-150
5	v_CH_K2	.rte	ค่าประสิทธิผลการนำน้ำทางชลศาสตร์ Effective hydraulic conductivity in main channel alluvium	0.01-500

ลำดับ	พารามิเตอร์	ชนิดไฟล์	คำอธิบาย	ช่วงที่กำหนด
6	v_CH_N2	.rte	ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของลำน้ำ Manning 'n' value for the main channel	0.01-0.3
7	v_SOL_K	.sol	ค่าความนำไฟฟ้า Saturated hydraulic conductivity	0-500

* หมายเหตุ: การปรับแบบ Relative (r) หมายถึง การนำค่า parameter เดิม คูณกับ (1+ค่าที่นำไปใช้) ส่วน การปรับแบบ Replace (v) หมายถึงการแทนที่ค่าเดิมด้วยค่าใหม่

4.2.1 พารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการประมาณปริมาณน้ำท่าโดยแบบจำลอง SWAT จากการสอบเทียบมาตรฐานแบบจำลอง (Model Calibration)

สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก โดยใช้ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำท่ารายวัน (m^3/s) ที่สถานีตรวจวัดน้ำท่า KGT.3 สำหรับลุ่มน้ำบางปะกง ในช่วงปีพ.ศ.2550-2551, Z.62 สำหรับลุ่มน้ำคลองใหญ่ ในช่วงปีพ.ศ.2559-2560 และ Z.11 สำหรับลุ่มน้ำประแสร์ ในช่วงปีพ.ศ.2552-2553 ในการปรับเทียบ และได้ผลของพารามิเตอร์และค่าที่นำไปใช้ดังตารางที่ 4-20

ตารางที่ 4-20 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ในแบบจำลอง SWAT			
	ลำดับ	t-stat	P-Value	ค่าที่นำไปใช้
1. ลุ่มน้ำบางปะกง				
r_CN2	1	-35.3	0.000	-0.242
v_CH_K2	2	29.885	0.000	13.666
v_SOL_K	3	-17.598	0.000	69.50
v_CH_N2	4	6.283	0.000	1.939
v_ESCO	5	6.087	0.000	0.021
v_SLSUBBSN	6	3.144	0.002	138.699
v_ALPHA_BF	7	-2.313	0.021	-0.23

พารามิเตอร์	ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ในแบบจำลอง SWAT			
	ลำดับ	t-stat	P-Value	ค่าที่นำไปใช้
2. กลุ่มน้ำคลองใหญ่				
v_CH_K2	1	-4.112	0.000	129.174
r_CN2	2	-3.366	0.001	0.095
v_CH_N2	3	-3.284	0.002	0.273
v_ALPHA_BF	4	-1.085	0.283	0.258
v_SLSUBBSN	5	-0.684	0.469	81.167
v_ESCO	6	-0.473	0.639	0.742
v_SOL_K	7	0.227	0.821	45.833
3. กลุ่มน้ำประแสร์				
v_CH_K2	1	-13.121	0.000	22.509
v_CH_N2	2	-5.204	0.000	0.204
v_SOL_K	3	2.166	0.031	367.64
r_CN2	4	-1.405	0.161	-1.066
v_SLSUBBSN	5	0.55	0.579	443
v_ALPHA_BF	6	0.215	0.830	-4.93
v_ESCO	7	0.160	0.873	0.147

4.3 ผลการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation) ในแบบจำลอง SWAT

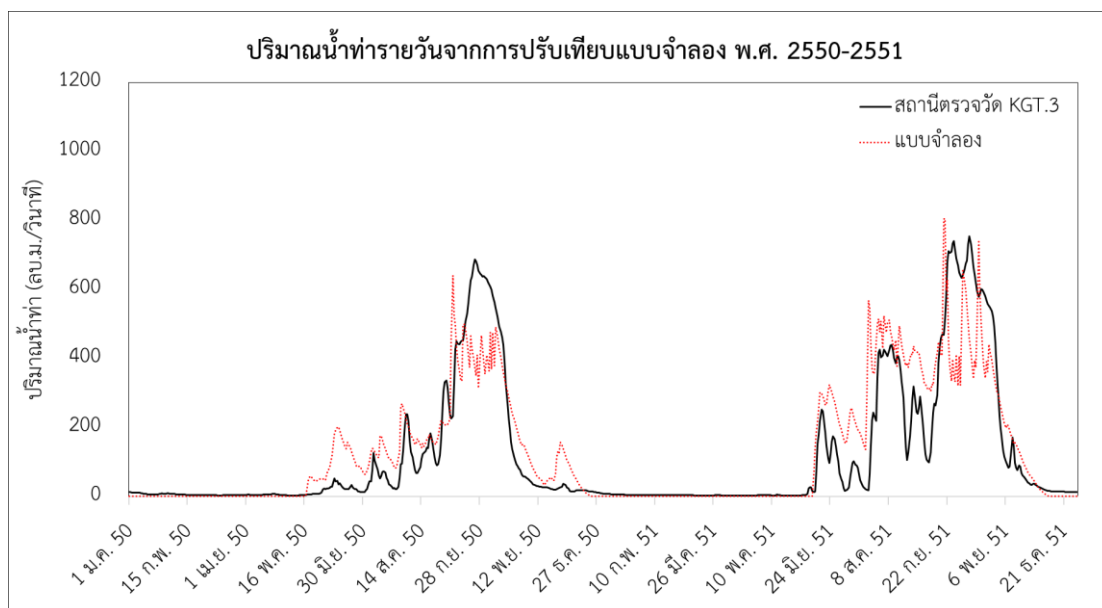
4.3.1 ผลการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation) ในลุ่มน้ำบางปะกง

โดยการปรับเทียบแบบจำลอง ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2550 เพื่อวิเคราะห์ค่าอัตราการไหลของปริมาณน้ำท่ารายวัน (m^3/s) ณ จุดสถานี KGT.3 โดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันในช่วงปี 2550-2551 และการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ.2560 เทียบกับข้อมูลน้ำท่ารายวัน ณ จุดสถานี KGT.3 ในช่วงปี 2560-2561 ได้ผลของค่า R^2 และค่า NSE แสดงดังตารางที่ 4-21 และผลของลักษณะปริมาณน้ำท่ารายวันระหว่างค่าจากแบบจำลองกับค่าจากสถานี KGT.3

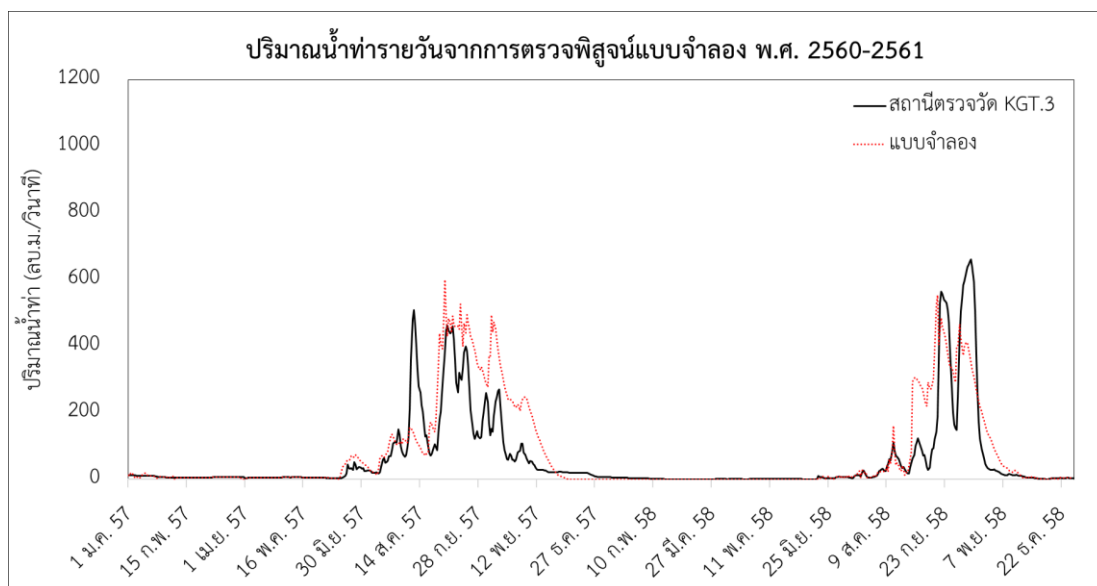
หลังจากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แสดงดังภาพที่ 4-16 และ ภาพที่ 4-17 ซึ่งทั้งค่า R^2 และค่า NSE ผ่านเกณฑ์ยอมรับได้ที่ ≥ 0.6 และ 0.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-21 ผลการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองลุ่มน้ำบางปะกง

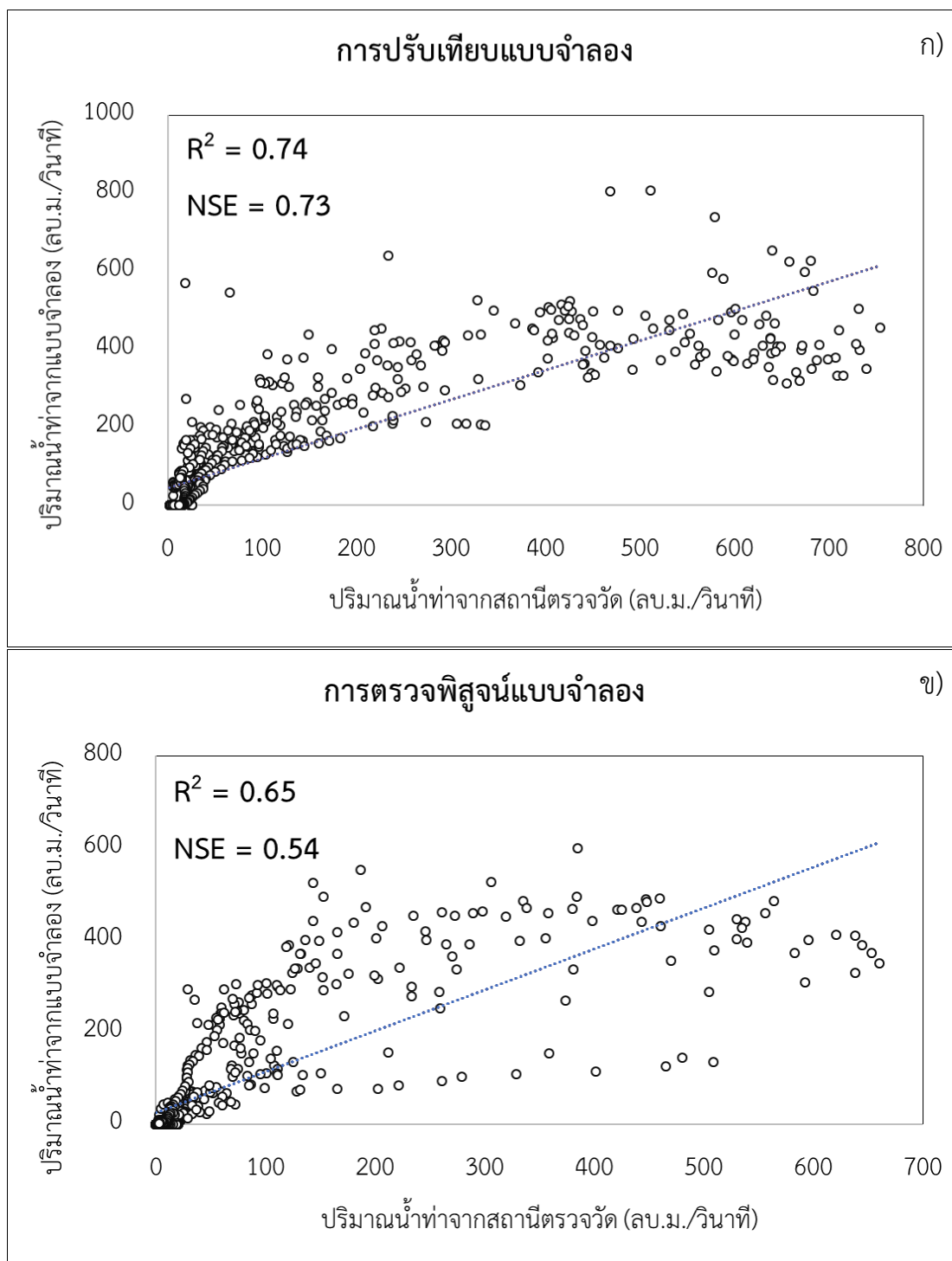
การใช้ที่ดิน	กระบวนการ	ช่วงเวลา (รายวัน)	R^2	NSE
พ.ศ. 2550	เปรียบเทียบ	2550-2551	0.74	0.73
พ.ศ. 2560	ตรวจพิสูจน์	2560-2561	0.65	0.54



ภาพที่ 4-16 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการเปรียบเทียบแบบจำลองในกลุ่มน้ำบางปะกง



ภาพที่ 4-17 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการตรวจพิสูจน์แบบจำลองในกลุ่มน้ำบางปะกง



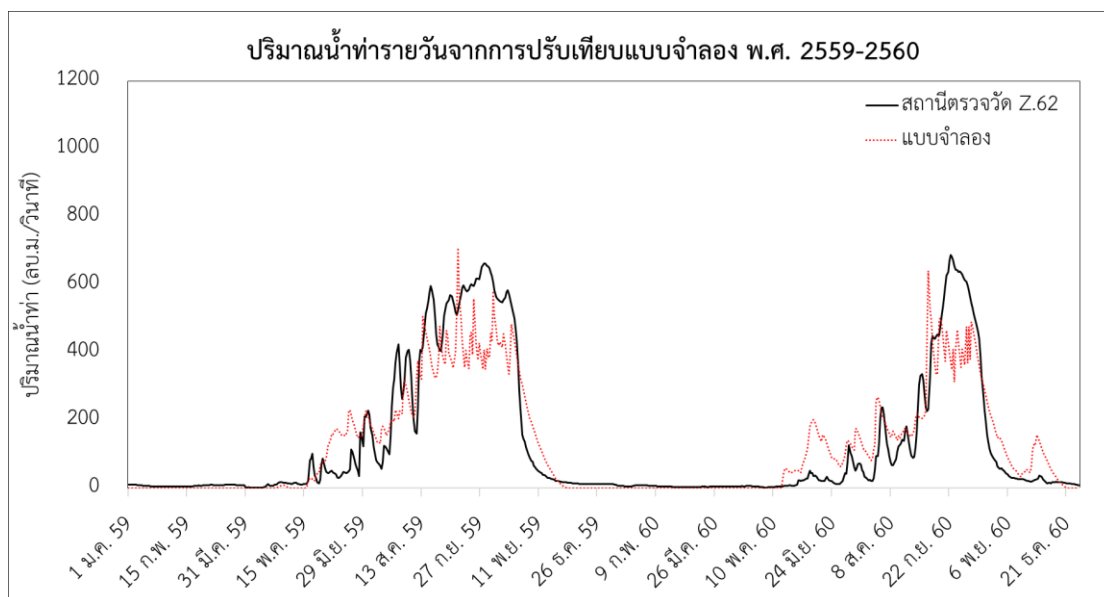
ภาพที่ 4-18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกง
จากสถานีตรวจวัดและจากแบบจำลอง
โดย ก) จากการเปรียบเทียบแบบจำลอง และ ข) จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

4.3.2 ผลการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation) ใน ลุ่มน้ำคลองใหญ่

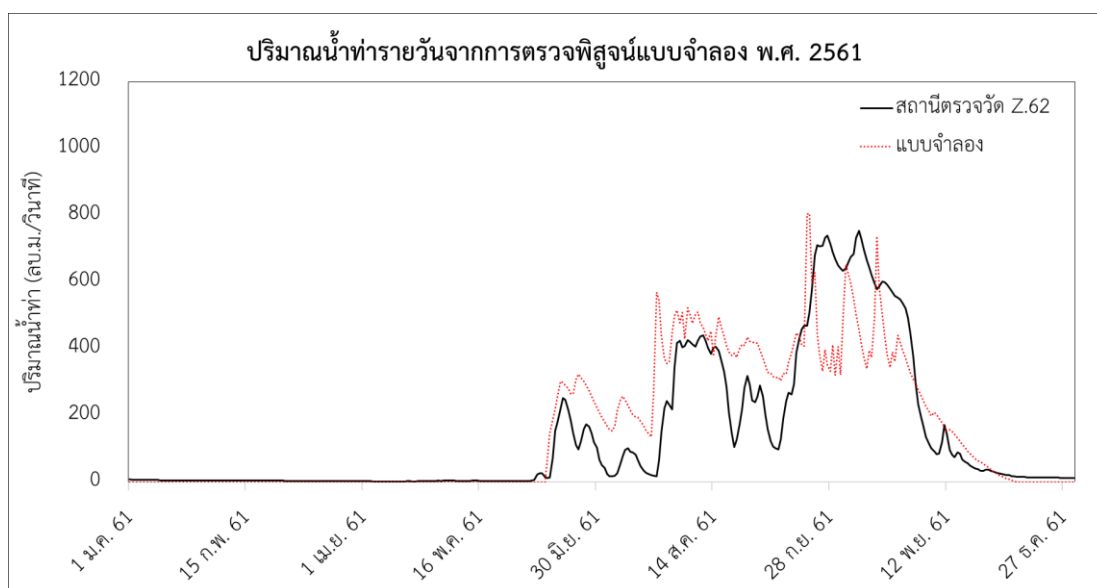
โดยการปรับเทียบแบบจำลอง ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2550 เพื่อวิเคราะห์ค่าอัตราการไหลของปริมาณน้ำท่ารายวัน (m^3/s) ณ จุดสถานี Z.62 โดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันในช่วงปี 2559-2560 และการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ.2560 เทียบกับข้อมูลน้ำท่ารายวัน ณ จุดสถานี Z.62 ในช่วงปี 2561 ได้ผลของค่า R^2 และค่า NSE แสดงดังตารางที่ 4-22 และผลของลักษณะปริมาณน้ำท่ารายวันระหว่างค่าจากแบบจำลองกับค่าจากสถานี Z.62 หลังจากการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แสดงดังภาพที่ 4-19 และ 4-20 ซึ่งทั้งค่า R^2 และค่า NSE ผ่านเกณฑ์ยอมรับได้ที่ ≥ 0.6 และ 0.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-22 ผลการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองลุ่มน้ำคลองใหญ่

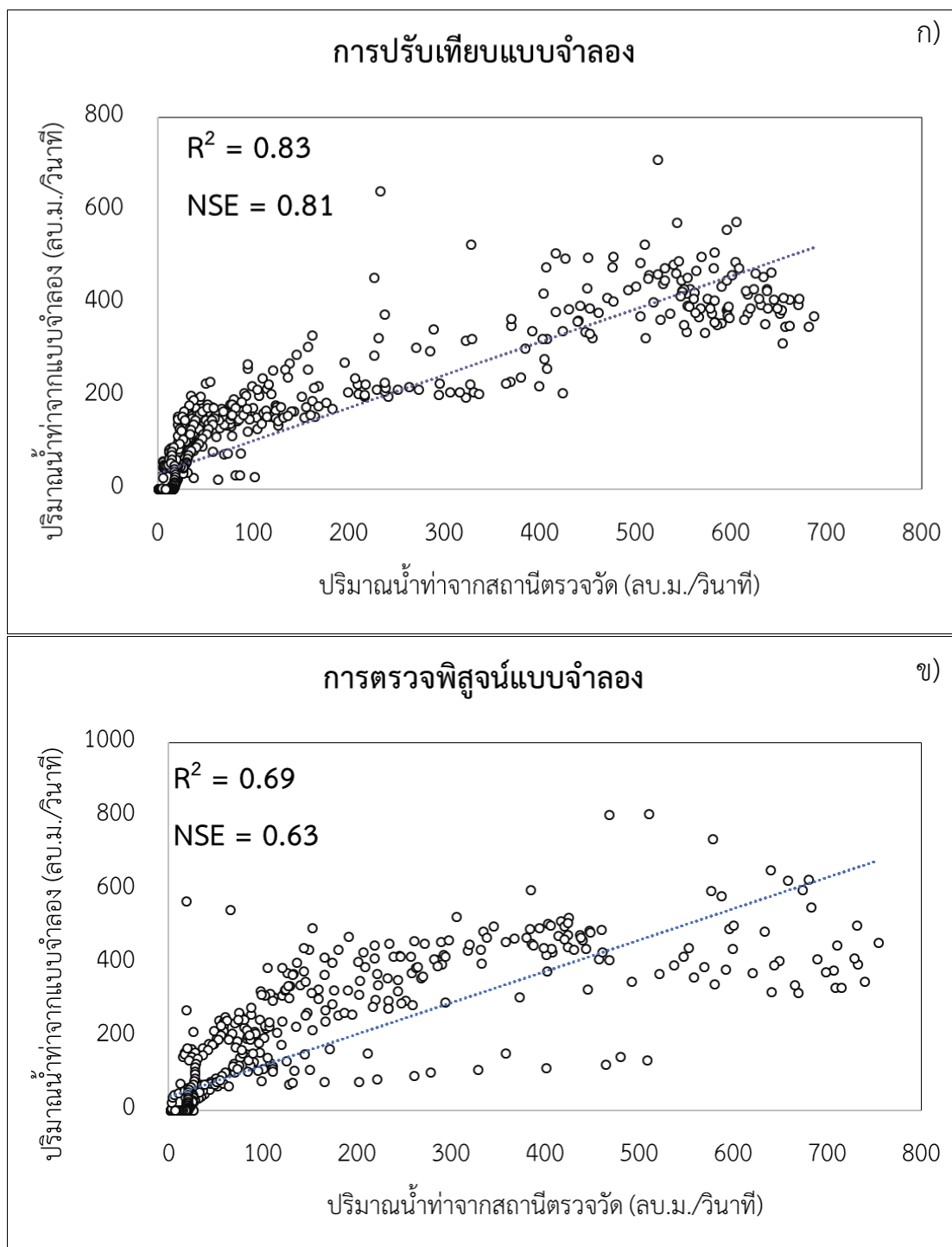
การใช้ที่ดิน	กระบวนการ	ช่วงเวลา (รายวัน)	R^2	NSE
พ.ศ. 2550	ปรับเทียบ	2559-2560	0.83	0.81
พ.ศ. 2560	ตรวจพิสูจน์	2561	0.69	0.63



ภาพที่ 4-19 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองในกลุ่มน้ำคลองใหญ่



ภาพที่ 4-20 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการตรวจพิสูจน์แบบจำลองในกลุ่มน้ำคลองใหญ่



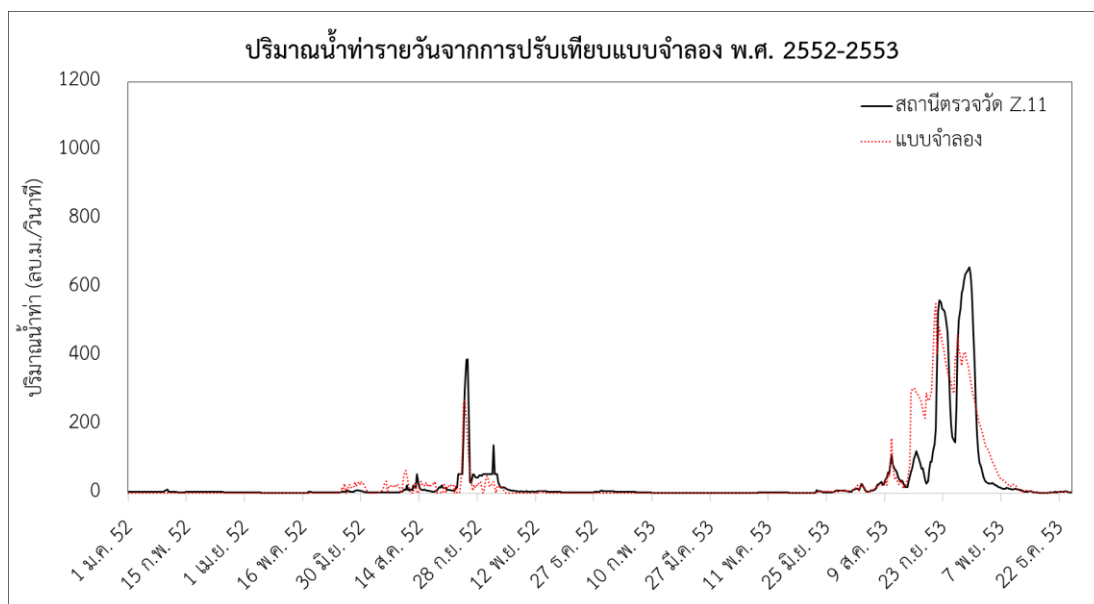
ภาพที่ 4-21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำคลองใหญ่
จากสถานีตรวจวัดและจากแบบจำลอง
โดย ก) จากการเปรียบเทียบแบบจำลอง และ ข) จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

4.3.3 ผลการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation) ใน ลุ่มน้ำประแสร์

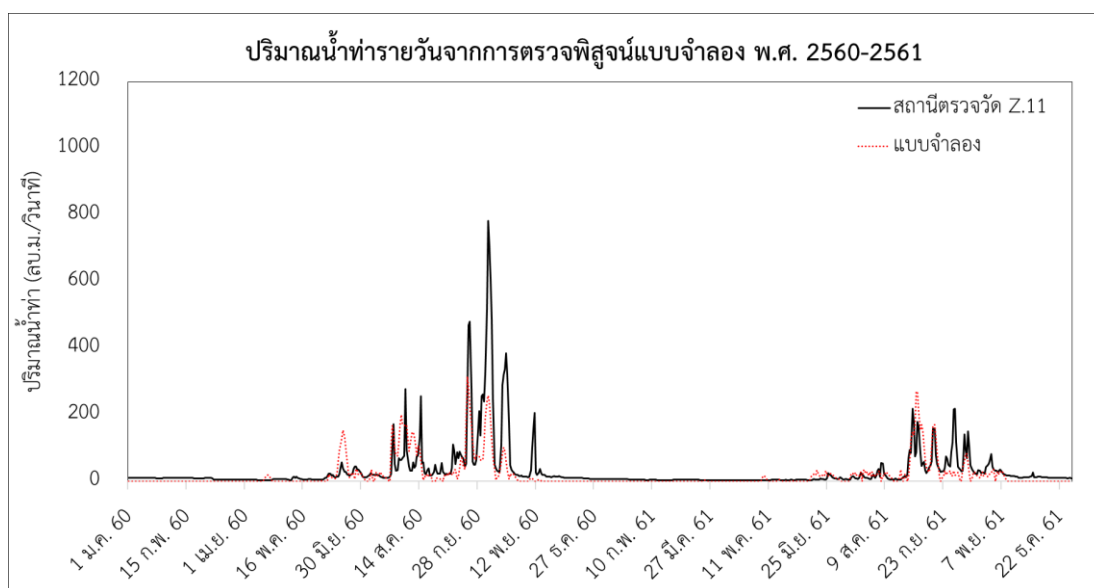
โดยการปรับเทียบแบบจำลอง ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2550 เพื่อวิเคราะห์ค่าอัตราการไหลของปริมาณน้ำท่ารายวัน (m^3/s) ณ จุดสถานี Z.11 โดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันในช่วงปี 2552-2553 และการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ.2557 เทียบกับข้อมูลน้ำท่ารายวัน ณ จุดสถานี Z.11 ในช่วงปี 2560-2561 ได้ผลของค่า R^2 และค่า NSE แสดงดังตารางที่ 4-23 และผลของลักษณะปริมาณน้ำท่ารายวันระหว่างค่าจากแบบจำลองกับค่าจากสถานี B.10 หลังจากการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แสดงดังภาพที่ 4-22 และ 4-23 ซึ่งค่า R^2 ผ่านเกณฑ์ยอมรับได้ก็คือ ≥ 0.6 แต่ค่า NSE มีค่า < 0.5 เนื่องจากบางช่วงเวลาสถานีวัด Z.11 ไม่มีบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำท่าทำให้ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนได้

ตารางที่ 4-23 ผลการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองลุ่มน้ำประแสร์

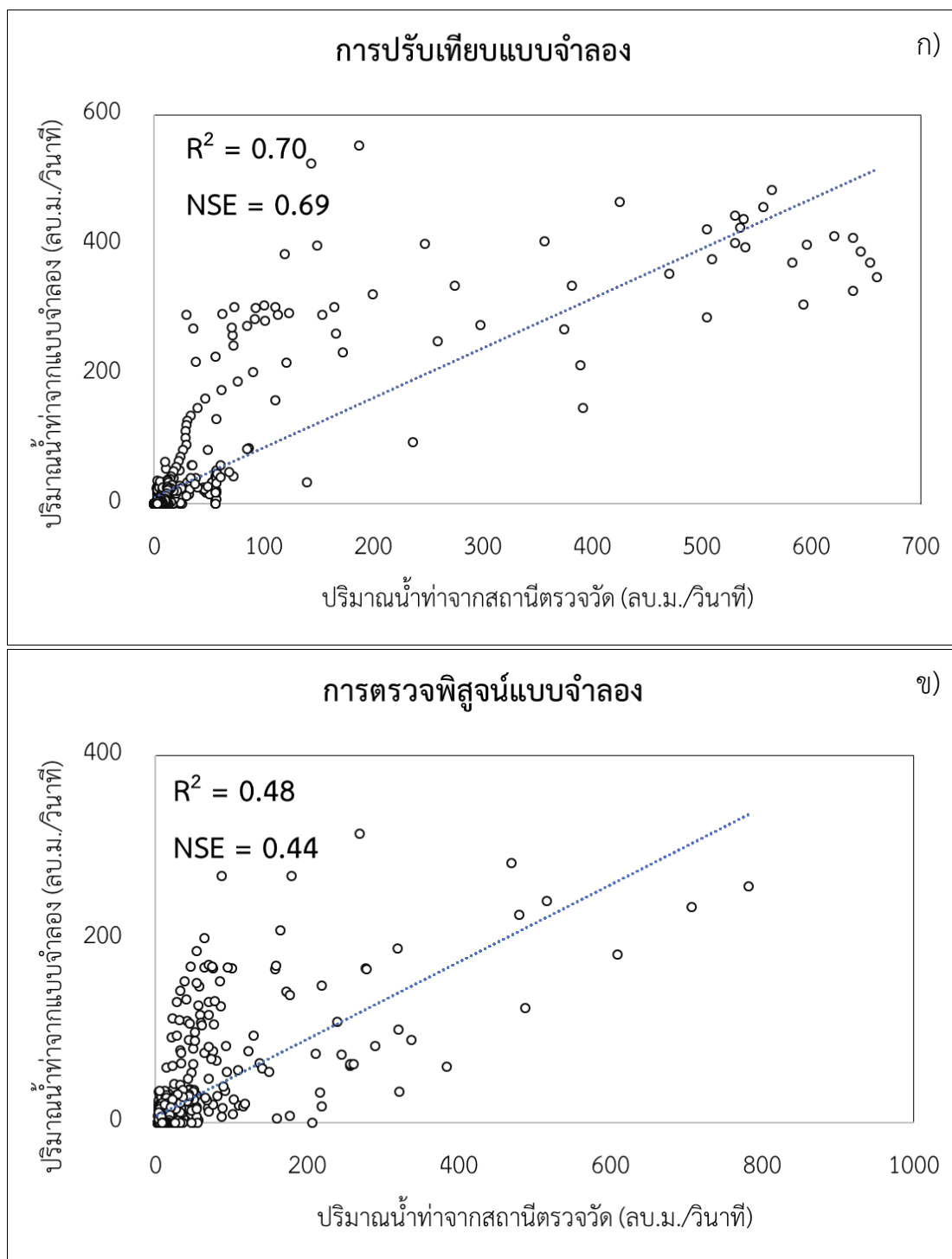
การใช้ที่ดิน	กระบวนการ	ช่วงเวลา (รายวัน)	R^2	NSE
พ.ศ. 2550	ปรับเทียบ	2552-2553	0.70	0.69
พ.ศ. 2560	ตรวจพิสูจน์	2560-2561	0.48	0.44



ภาพที่ 4-22 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองในกลุ่มน้ำประแสร์



ภาพที่ 4-23 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการตรวจพิสูจน์แบบจำลองในกลุ่มน้ำประแสร์



ภาพที่ 4-24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าในกลุ่มน้ำประแสร์
จากสถานีตรวจวัดและจากแบบจำลอง
โดย ก) จากการเปรียบเทียบแบบจำลอง และ ข) จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

4.4 การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง

4.4.1 การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT ในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนา พิเศษภาคตะวันออก

ข้อมูลปริมาณน้ำท่าในปี พ.ศ. 2550, 2555, และปี 2560 ที่ได้จากแบบจำลอง ซึ่งตรงกับ สถานีตรวจวัดน้ำ ณ จุดออกกลุ่มน้ำ (Outlet) ดังแสดงในตารางที่ 4-24 โดยพบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2550-2555 ปริมาณน้ำท่ามีค่าลดลง เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของแหล่งน้ำในพื้นที่ และในช่วงปี พ.ศ. 2555-2560 มีปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการปรับเปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรม เป็นที่อยู่อาศัย และสิ่งปลูกสร้างมากขึ้น ซึ่งมีผลมาจากความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่าง มีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ภัทรพร แสงทอง (2557) พบว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มมากขึ้น และถ้าพื้นที่ป่าไม้เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าลดลง และ ผลการศึกษาของสมคิด แก้วไทรหงวน (2526) ได้ศึกษาเรื่องผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน ผลการศึกษาพบว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง จะส่งผลให้ ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากป่าไม้เป็นพื้นที่ เกษตรกรรม จะทำให้เกิดการทับถมของตะกอนเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลองและ ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าดังแสดงในตารางที่ 4-24 และตารางที่ 4-25

ตารางที่ 4-24 ปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2550 2555 และ 2560

ชื่อลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)		
	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	การใช้ประโยชน์ที่ดิน
	ปี พ.ศ. 2550	ปี พ.ศ. 2555	ปี พ.ศ. 2560
1. ลุ่มน้ำบางปะกง			
ลุ่มน้ำย่อยที่ 1	392.61	342.80	440.41
2. ลุ่มน้ำคลองใหญ่			
ลุ่มน้ำย่อยที่ 20	567.00	521.69	873.93
3. ลุ่มน้ำประแสร์			
ลุ่มน้ำย่อยที่ 10	397.37	357.73	638.13

ตารางที่ 4-25 ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2550, 2555 และ 2560

ชื่อลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)		
	ปี พ.ศ.2550-2555	ปี พ.ศ.2555-2560	ปี พ.ศ.2550-2560
1. ลุ่มน้ำบางปะกง			
ลุ่มน้ำย่อยที่ 1	-49.81	97.61	47.80
2. ลุ่มน้ำคลองใหญ่			
ลุ่มน้ำย่อยที่ 1	-45.31	352.24	306.93
3. ลุ่มน้ำประแสร์			
ลุ่มน้ำย่อยที่ 1	-39.64	280.40	240.77

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 1. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง มีพื้นที่ลดลง 3. ขนาดพื้นที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

สำหรับโครงการการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC) ได้ดำเนินการประเมินการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่และลุ่มน้ำสาขาประแสร์ ใน พ.ศ.2550, 2555, 2560 โดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องประกอบกับการสำรวจ การใช้ที่ดินในภาคสนามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความการใช้ที่ดินในปัจจุบัน ต่อจากนั้นทำการคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต พ.ศ.2580 โดยใช้แบบจำลอง CA-Markov หลังจากนั้นนำข้อมูลการใช้ที่ดินดังกล่าว ประกอบกับข้อมูลปฐพีวิทยา, อุทุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา มาใช้ในการประเมินองค์ประกอบและคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าผิวดินจากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

สำหรับผลการศึกษสามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญ โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1) สถานการณ์การใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลง และแนวโน้มการใช้ที่ดินในอนาคต

สำหรับการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ นาข้าว ไม้ผล และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่แหล่งน้ำตามลำดับ การใช้ที่ดินประเภทต่อมาที่พบเป็นหลักได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ที่อยู่อาศัย นาเกลือและแหล่งน้ำ โดยมีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่สุดคืออ่างเก็บน้ำคลองสิียด

สำหรับการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ ไม้ยืนต้น และไม้ผล รองลงมาเป็นพื้นที่ชุมชนที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง รวมถึงนิคมอุตสาหกรรม การใช้ที่ดินประเภทต่อมาที่พบเป็นหลักได้แก่ พืชหญ้าและไม้ละเมาะ พื้นที่ป่าไม้ และแหล่งน้ำ โดยมีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่สุดคืออ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล

สำหรับการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำสาขาประแสร์ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ ไม้ยืนต้น และไม้ผล รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ซึ่งส่วนใหญ่อยู่บริเวณภูเขา ซึ่งเป็นเขตอุทยานแห่งชาติ การ

ใช้ที่ดินประเภทต่อมาที่พบเป็นหลักได้แก่ ที่อยู่อาศัย แหล่งน้ำ และทุ่งหญ้า ไม้ละเมาะ โดยมีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่สุดคืออ่างเก็บน้ำอ่างเก็บน้ำประแสร์

ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่สำคัญเกิดขึ้นในช่วงปี พ.ศ.2550-2555 มีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ถึง 16.21 ตร.กม. และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีขนาดลดลงถึง 63.11 ตร.กม. และถูกแทนที่ด้วยพื้นที่แหล่งน้ำ ที่เพิ่มขึ้นถึง 40.22 ตร.กม. ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่แหล่งน้ำสำหรับไว้ใช้ในการอุปโภค – บริโภค การเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ในขณะที่สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่สำคัญที่เกิดขึ้นในช่วงปี พ.ศ.2555-2560 พบว่า พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้มีขนาดลดลง ในขณะที่พื้นที่ชุมชน ที่อยู่อาศัย และสิ่งปลูกสร้างมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 67.34 ตร.กม. ซึ่งเป็นผลจากการขยายตัวของพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่ภาคตะวันออก อันเป็นผลมาจากการเข้ามาลงทุนของบริษัทด้านยานยนต์ทั้งจากภายในประเทศและภายนอกประเทศ

สำหรับสถานการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต พ.ศ.2580 จากการคาดการณ์ พบว่า พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่แหล่งน้ำมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2) การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่ และลุ่มน้ำสาขาประแสร์ สำหรับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ได้ดำเนินการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า โดยใช้แบบจำลอง Soil & Water Assessment Tool (SWAT) ซึ่งใช้ข้อมูลนำเข้าและวิเคราะห์กับแบบจำลองทั้งสิ้น 7 ข้อมูลได้แก่ ข้อมูลทางอุทกนิเวศวิทยา ประกอบด้วย ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM), ข้อมูลปริมาณน้ำฝน, ความเร็วลม, อุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด, และความชื้นสัมพัทธ์ ตลอดจนข้อมูลทางอุทกวิทยาและข้อมูลชุดดิน จากนั้นทำการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองโดยใช้สถานีน้ำท่า KGT.3 สำหรับลุ่มน้ำบางปะกง, สถานี Z.62 สำหรับลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่ และสถานี Z.11 สำหรับลุ่มน้ำสาขาประแสร์

ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง SWAT ให้ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าอยู่ในเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ โดยพิจารณาความถูกต้องของแบบจำลองจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และค่า Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) โดยผลการจำลองปริมาณน้ำท่า ณ สถานี KGT.3 Z.62 และ Z.11 ให้ค่า $R^2 = 0.74, 0.65$ (ลุ่มน้ำบางปะกง) $0.83, 0.69$ (ลุ่มน้ำคลองใหญ่) และ $0.70, 0.48$ (ลุ่มน้ำประแสร์) ส่วนค่า NSE = $0.73, 0.54$ (ลุ่มน้ำบางปะกง) $0.83, 0.69$ (ลุ่มน้ำคลองใหญ่) และ $0.70, 0.48$ (ลุ่มน้ำประแสร์) และสำหรับการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าจากการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2580 พบว่าปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการปรับเปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรม เป็นที่อยู่อาศัยและสิ่ง

ปลูกสร้างมากขึ้น ซึ่งมีผลมาจากความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มมากขึ้น และถ้าพื้นที่ป่าไม้เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าลดลง โดยผลการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ที่ดินในอนาคต เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกในอนาคตต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะงานวิจัยครั้งนี้

- 1) ในงานวิจัยนี้ ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา (SWAT) ในลุ่มน้ำบางปะกง โดยถือเป็นงานวิจัยแรกๆ ที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งลุ่มน้ำ
- 2) ในลุ่มน้ำบางปะกงข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ใช้นำเข้าในแบบจำลองมีความสำคัญอย่างมาก โดยพบว่าในบางช่วงเวลา สถานีตรวจวัดไม่มีค่าการตรวจวัด ทำให้การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นควรมีการรวบรวมข้อมูลจากหลายหน่วยงานเพื่อให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
- 3) ข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model) ควรมีความละเอียดมากขึ้น เนื่องจากจะส่งผลต่อการจำลองเส้นทางน้ำ
- 4) การเก็บรวบรวมข้อมูล และการเข้าถึงข้อมูลในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 เป็นไปด้วยความยากลำบาก อันเป็นผลมาจากมาตรการการควบคุมโรค ทำให้การสำรวจข้อมูลภาคสนามในบางพื้นที่ไม่สามารถเข้าถึงได้

5.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต

- 1) สำหรับการศึกษในอนาคต ควรมีการประเมินองค์ประกอบและปริมาณของสมดุในลุ่มน้ำทั้งระบบ โดยการใช้แบบจำลองการคาดการณ์สภาพอากาศในอนาคต ประกอบกับการจัดการน้ำโดยเขื่อนขนาดใหญ่และขนาดกลางร่วมด้วย

รายงานสรุปการเงิน
เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย (NRMS 13 หลัก) สัญญาเลขที่ 57.1/2562
โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล
(งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562
มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ โครงการการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในระบบลุ่มน้ำของเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC) DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS FOR PREDICTION OF EFFECT OF CHANGING LAND USE ON WATER QUALITY OF THE RIVER BASIN SYSTEM IN EASTERN ECONOMIC CORRIDOR (EEC)

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน อาจารย์ ดร.กฤษณันท์ เจริญจิตร
รายงานในช่วงตั้งแต่ วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2563
ระยะเวลาการดำเนินการ 2 ปี 0 เดือน ตั้งแต่ วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2563

รายรับ

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1 (50%)	1,603,900.00	บาท	เมื่อ วันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2561
งวดที่ 2 (40%)	1,283,120.00	บาท	เมื่อ วันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2552
งวดที่ 3 (10%)	320,780.00	บาท	เมื่อ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2563
รวม	3,207,800.00	บาท	

รายจ่าย

รายการ	งบประมาณ ที่ตั้งไว้	งบประมาณ ที่ใช้จริง	จำนวนเงิน คงเหลือ/เกิน
1. งบบุคลากร	819,840	819,840	-
2. ค่าใช้สอย	1,746,400	1,746,400	-

รายการ	งบประมาณ ที่ตั้งไว้	งบประมาณ ที่ใช้จริง	จำนวนเงิน คงเหลือ/เกิน
3. ค่าตอบแทน	320,780	320,780	-
4. ค่าธรรมเนียมبودหนุนสถาบัน 10 %	320,780	320,780	-
รวม	3,207,800	3,207,800	-

.....

(นายกฤษณันน์ เจริญจิตร)

หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

21 กันยายน พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- กรมการปกครอง. 2560. *ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด อำเภอ ตำบล และตำแหน่งหมู่บ้าน*. [ไฟล์เวกเตอร์]. กรุงเทพฯ: กรมการปกครอง.
- กรมชลประทาน. 2560. *ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศด้านน้ำ*. [ไฟล์เวกเตอร์]. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน
- กรมทรัพยากรธรณี. 2551. *ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทางธรณีวิทยา*. [ไฟล์เวกเตอร์]. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี.
- กรมทรัพยากรน้ำ. 2550ก. *ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศด้านน้ำ*. [ไฟล์เวกเตอร์]. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรน้ำ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2559. *ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศการใช้ที่ดิน พ.ศ.2558-2559*. [ไฟล์เวกเตอร์]. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2561. *ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทางปฐพีวิทยา*. [ไฟล์เวกเตอร์]. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.
- กิตติพงษ์ ธนาศิริยะกุล. 2546. *การประเมินสัมพันธภาพลำน้ำย่อยของประเทศไทยด้วยข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ และแบบจำลองสารสนเทศ SWAT/GIS : กรณีศึกษา พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตื่นตอนบน อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/กรุงเทพฯ.
- กীরติ ลีวัจนกุล. 2553. *วิศวกรรมชลศาสตร์ (Hydraulic Engineering)*. เล่มที่ 2. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต
- จตุพร ปัญญาวัฒน์. 2553. *การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT2000*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/กรุงเทพฯ
- จำลอง แปลกสรระน้อย. 2549. *การประยุกต์การรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อม*. 141 หน้า.
- เชาวลิต ศิลปทอง. 2540. *โครงการประยุกต์ภาพถ่ายทางอากาศระบบเรดาร์ในประเทศไทย*. *จุลสารดาวเทียม*, ฉบับที่ 62 (ต.ค. 2540), 19-20.

- ธีรเวทย์ ลิ้มโกลลวิลาศ. 2557. บุรณาการแบบจำลองภูมิสารสนเทศในการจัดการใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/กรุงเทพฯ.
- บรรจงศักดิ์ พิกสมบุญและนิพนธ์ ตั้งธรรม. 2560. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณตะกอนแขวนลอย ในลุ่มน้ำท่าจีนตอนบน. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 33(2), 16-30
- บุญโศก บุระเนตร. 2552. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ที่ดินที่มีต่ออุทกวิทยา ในลุ่มน้ำห้วยกระเสียว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.
- ปฐวิรัช สาระพิน,อุรา บุบผาชาติ และณพล อนุดตรังกู. 2557. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดด้วยแบบจำลอง CA-Markov. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมบึงบอระเพ็ด. โครงการจัดตั้งวิทยาเขตนครสวรรค์ มหาวิทยาลัยมหิดล. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, ฉบับที่1. ปี พ.ศ. 2558. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2559 จ ก ก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/JSTNSRU/article/view/39738/41639>
- ปรียาพร โกษา. 2559. การพัฒนาพื้นที่แก้มลิง (Development of Monkey Cheek). สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ปิยะวัฒน์ วุฒิชัยกิจเจริญ, พีรวัฒน์ ปลาเงิน และสมพินิจ เหมืองทอง. 2559. การศึกษาการจำลอง ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำห้วยหลวงโดยใช้แบบจำลอง SWAT. วารสารวิชาการโรงเรียนนายร้อย พระจุลจอมเกล้า, 14, 145-158.
- ภัทรพร แสงทอง และ ปรียาพร โกษา. 2557. การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 5, ฉบับที่ 2, หน้า 165-176.
- วันชัยร มั่งงสาโม่ง และ ฮาซัน คอแต่๊ะ, 2561. การศึกษาความอ่อนไหวของค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง SWAT ต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำใต้ดิน: กรณีศึกษาลุ่มน้ำเพชรบุรี. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 10 (2): 80-92.

- ศรายุทธ วงษาศรี. 2554. การประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำพอง จังหวัดหนองพนลำภู โดยใช้แบบจำลอง SWAT. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สาธิต ภูผิวคำ. 2560. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อน้ำท่าในลุ่มน้ำพอง โดยใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา SWAT. การประชุมวิชาการ “ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศ ภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม นครสวรรค์ ครั้งที่ 2”. 15 ธันวาคม 2560. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์ = Space technology and geo-informatics. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). กรุงเทพฯ, 331 หน้า.
- สิริพร กมลธรรม. 2557. “ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ” ในแนวทางการศึกษาชุดวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการประยุกต์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- สุภักดิ์ กุลโท. 2555. การประมาณปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อาศัยแบบจำลอง CA-Markov โดยแบบจำลอง SWAT: กรณีศึกษา ลุ่มน้ำย่อยห้วยตุงลงในลุ่มน้ำมูล. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สุระ พัฒนเกียรติ. 2534. หลักเบื้องต้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- สุวิทย์ อ่องสมหวัง. 2554. หลักการของการรับรู้จากระยะไกลและการประมวลผลภาพเชิงเลข (Principles of Remote Sensing and Digital Image Processing). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- อดิศักดิ์ เพชรจรัส. 2544. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินความเหมาะสมของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกุย อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุทัย สุขสิงห์. 2548. การจัดการระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ด้วย Program ArcView 3.2a-3.3. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, กรุงเทพฯ.

โอฬาร เวศอุไร, 2548. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนโดยใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา SWAT. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Azócar, G., Romero, H., Sanhueza, R., Vega, C., Aguaya, M., and Muñoz, M. D. (2007). *Urbanization patterns and their impacts on social restructuring of urban space in Chilean mid-cities: The case of Los Angeles, Central Chile.*

Bosworth, J., Koshimizu, T., and Acton, S. T. 1998. Automated segmentation of surface soil moisture from Landsat TM data. *IEEE*. 70–74.

Chander, G., Markham, B. L., and Helder, D. L. 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote sensing of Environment*. 113: 893-903.

Chanhda, H., Ci-fang, W., and Ayumi, Y. (2009). Changes of forest land use and ecosystem Service values along Lao-Chinese border: A case study of Luang Namtha Province, Lao People's Democratic Republic. *Forestry Studies in China*, 11(2): 85-92

Chen, W., Liu, L., Zhang, C., Wang, Jihua., Wang, Jindi., and Pan, Y. 2004. Monitoring the seasonal bare soil areas in Beijing using multi-temporal TM images. *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium - IGARSS 2004*. Anchorage, Alaska, 2004. 3379-3382.

J. G. Arnold, D. N. Moriasi, P. W. Gassman, K. C. Abbaspour, M. J. White, R. Srinivasan, ... M. K. Jha. (2012). SWAT: Model Use, Calibration, and Validation. *Transactions of the ASABE*, 55(4), 1491–1505

Jie, Z., Li, G., Han, Z. and Meng, G. 2010. Hydrological cycle simulation of an irrigation district based on a SWAT model. *Mathematical and Computer Modelling*. 51: 1312–1318.

- Kumar, N., Singh, S. K., Srivastava, P. K., & Narsimlu, B. (2017). SWAT Model calibration and uncertainty analysis for streamflow prediction of the Tons River Basin, India, using Sequential Uncertainty Fitting (SUFI-2) algorithm. *Modelling Earth Systems and Environment*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s40808-017-0306-z>
- Lenhart, T., Fohrer, N., & Frede, H. G. (2003). Effects of land use changes on the nutrient balance in mesoscale catchments. *Physics and Chemistry of the Earth*, 28(33–36), 1301–1309. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2003.09.006>
- McFeeters, S. K. 1996. The use of Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*. 17(7): 1425–1432.
- Moriasi, D. N., Gitau, M. W., Pai, N., and Daggupati, P. (2015). Hydrologic and water quality models: Performance measures and evaluation criteria. *ASABE*. 58(6): 1763–1785. [Online]. Retrieved from: [https://web.ics.purdue.edu/~mgitau/pdf/Moriasi% 20et%20al%202015.pdf](https://web.ics.purdue.edu/~mgitau/pdf/Moriasi%20et%20al%202015.pdf)
- Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2005). *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL THEORETICAL DOCUMENTATION VERSION 2005*.
- Pontius Jr., R. G. 2002. Statistical methods to partition effects of quantity and location during comparison of categorical maps at multiple resolutions. *Photogram. Eng. Rem. Sens.* 68 (10): 1041– 1049.
- Reyes, D. T. 2014. Application of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) Model to Predict Streamflow and Sediment Yield in Wahig-Inabanga Watershed, Bohol, Philippines. *International Journal of Environmental and Rural Development*. 8(1): 104-110.
- Rosenthal WD, Srinivasan R, Arnold JG (1995) *Alternative river management using a linked GIS-hydrology model*. Trans ASCE 38(3):783–790

- Rouse, J. W., Haas, R. H. Schell, J. A. and Deering, D. W. 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *Third ERTS Symposium*, NASA SP-351 I: 309-317
- Sang, L., Zhang, C., Yang, J., Zhu, D., & Yun, W. (2011). Simulation of land use spatial pattern of towns and villages based on CA-Markov model. *Mathematical and Computer Modelling*, 54(3–4), 938–943. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2010.11.019>
- Santhi, C., Arnold, J. G., Williams, J. R., Dugas, W. A., Srinivasan, R., & Hauck, L. M. (2001). Validation of the SWAT model on a large river basin with point and nonpoint sources. *Journal of the American Water Resources Association*, 37(5), 1169–1188. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2001.tb03630.x>
- Tong, S. T. Y., Sun, Y., Ranatunga, T., He, J., & Yang, Y. J. (2012). Predicting plausible impacts of sets of climate and land use change scenarios on water resources. *Applied Geography*, 32(2), 477–489. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.06.014>
- U.S. Geological Survey. 2016. The USGS Water Science School, U.S. Geological Survey [Online]. Available from: <https://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html>, Access February, 15, 2018.
- Weber, A., Fohrer, N., & Möller, D. (2001). Long-term land use changes in a mesoscale watershed due to socio-economic factors - Effects on landscape structures and functions. *Ecological Modelling*, 140(1–2), 125–140. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(01\)00261-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00261-7)
- Williams, J. R. (1975). SEDIMENT ROUTING FOR AGRICULTURAL WATERSHEDS. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 11(5), 965–974. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1975.tb01817.x>

- Xu, Z. X., Pang, J. P., Liu, C. M., & Li, J. Y. (2009). Assessment of runoff and sediment yield in the Miyun Reservoir catchment by using SWAT model. *Hydrological Processes*, 23(25), 3619–3630. <https://doi.org/10.1002/hyp.7475>
- Yasin, H. Q., & Clemente, R. S. (2014). Application of SWAT model for hydrologic and water quality modelling in Thachin River Basin, Thailand. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 39(3), 1671–1684. <https://doi.org/10.1007/s13369-013-0770-3>
- Yesuf, H. M., Melesse, A. M., Zeleke, G., & Alamirew, T. (2016). Streamflow prediction uncertainty analysis and verification of SWAT model in a tropical watershed. *Environmental Earth Sciences*, 75(9), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5636-z>
- Zanter, K. 2016. *LANDSAT 8 (L8) DATA USERS HANDBOOK*. Department of the Interior U.S. Geological Survey.
- Zhang, L., Lu, J., Chen, X., Liang, D., Fu, X., Sauvage, S., & Perez, J. M. S. (2017). Stream flow simulation and verification in ungauged zones by coupling hydrological and hydrodynamic models: A case study of the Poyang Lake ungauged zone. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(11), 5847–5861. <https://doi.org/10.5194/hess-21-5847-2017>

ภาคผนวก ก

กลุ่มชุดดิน 62 กลุ่ม

กลุ่มชุดดินที่ 1

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนน้ำ บริเวณเทือกเขาหินปูนหรือหินภูเขาไฟ ลักษณะดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลวหรือค่อนข้างเลว เนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด หน้าดินแตกเป็นร่องลึกในฤดูแล้ง มักพบรอยไถลในดิน สีดินส่วนมากเป็นสีดำหรือสีเทาแก่ มีจุดประสีแดง เหลือง อาจพบจุดประสีแดงบ้าง ชั้นดินล่างมักมีก้อนปูนปะปน pH ประมาณ 6.5-8.0 มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง

ปัญหา : ดินเหนียวจัด แตกเป็นร่องลึก ไถพรวนลำบาก และพืชที่ปลูกอาจขาดแคลนน้ำได้ง่ายเมื่อฝนทิ้งชว่นานกว่าปกติ

ชุดดิน: โคกกระเทียม ช่อแค บ้านหมี่ วัฒนา บ้านโพนธ์ บุรีรัมย์ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 2

ลักษณะดิน : เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนผสมของตะกอนลำน้ำ และตะกอนน้ำทะเลแล้ว พัฒนาในสภาพน้ำกร่อย พบบริเวณชายฝั่งทะเลหรือที่ราบลุ่มภาคกลาง ดินมีการระบายน้ำเลว เนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด สีดินเป็นสีเทาหรือเทาแก่ตลอด มีจุดประสีน้ำตาล เหลือง หรือแดงปะปน อาจพบผลึกยิปซัมบ้างเล็กน้อย และพบชั้นดินเหนียวสีเทาที่มีจุดประสีเหลืองของจาโรไซด์ ที่ความลึก 100-150 ซม. ทั้บอยู่บนชั้นดินเลนตะกอนน้ำทะเลสีเทาปนเขียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก pH ประมาณ 4.5-5.0 มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

การใช้ประโยชน์ : ทำนา

ปัญหา : ดินเป็นกรดจัดมาก และมีศักยภาพก่อให้เกิดความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นในดินล่าง

ชุดดิน : อยุธยา บางเขน มหาโพธิ ท่าขวาง บางน้ำเปรี้ยวหรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 3

ลักษณะดิน : เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนผสมของตะกอนลำน้ำ และตะกอนน้ำทะเลแล้ว พัฒนาในสภาพน้ำกร่อย พบบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเลหรือห่างจากทะเลไม่มากนัก เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว เนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด ดินบนสีดำ ส่วนดินล่างสีเทาหรือน้ำตาลอ่อน มีจุดประสีเหลืองและน้ำตาลตลอดชั้นดิน บางบริเวณอาจพบจุดประสีแดง หรือพบผลึกยิปซัมบ้าง ที่ความลึก 100-150 ซม. พบชั้นตะกอนสีเขียวมะกอกและมีเปลือกหอยปะปน pH ประมาณ 6.5-8.0 ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง

การใช้ประโยชน์ : ทำนา

ปัญหา : บริเวณที่ลุ่มมากๆ จะมีปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝน

ชุดดิน: สมุทรปราการ บางกอก ฉะเชิงเทรา บางเลน บางแพ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 4

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำนํ้า พบบริเวณที่ราบตะกอนลำนํ้าพา พื้นที่เป็นที่ราบลุ่มหรือราบเรียบ เป็นดินลึกมีการระบายน้ำเลวหรือค่อนข้างเลว เนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวจัด สีดำ หรือสีเทาเข้ม ดินล่างสีเทานํ้าตาล น้ำตาลอ่อน หรือเทาปนเขียวมะกอก มีจุดประสีนํ้าตาลปนเหลือง เหลือง หรือแดง อาจพบก้อนปูน หรือก้อนเคมีสะสมของเหล็กและแมงกานีสในดินล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH ประมาณ 5.5-6.5 แต่ถ้ามีก้อนปูนปะปน pH จะอยู่ในช่วง 7.0-8.0

การใช้ประโยชน์ : ทำนา

ปัญหา : บริเวณที่ลุ่มมากๆ จะมีปัญหานํ้าท่วมในฤดูฝน

ชุดดิน: ราชบุรี สระบุรี ชุมแสง พิมาย สิงห์บุรี ท่าเรือ บางมูลนาก บางปะอิน ชัยนาท ศรีสงคราม ท่าพล หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 5

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำนํ้า ในบริเวณพื้นที่ราบตะกอนลำนํ้าพา พื้นที่เป็นที่ราบลุ่มหรือราบเรียบ เป็นดินลึกมีการระบายน้ำเลว ดินบนเป็นดินร่วนเหนียว หรือดินเหนียว สีเทาแก่ ดินล่างเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลอ่อนหรือเทา มีจุดประสีนํ้าตาล เหลือง หรือแดงตลอดชั้นดิน มักพบก้อนเคมีสะสมของเหล็กและแมงกานีสปะปนอยู่ และในดินล่างลึกๆ อาจพบก้อนปูน ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ-ปานกลาง pH ประมาณ 5.5-6.5 แต่ถ้ามีก้อนปูนปะปน pH จะอยู่ในช่วง 7.0-8.0

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา หรือหากมีแหล่งนํ้าอาจปลูกพืชไร่พืชผัก ยาสูบ ในฤดูแล้ง

ปัญหา :

ชุดดิน: หางดง พาน ละงู หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 6

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำนํ้า ในบริเวณพื้นที่ราบตะกอนลำนํ้าพา พื้นที่เป็นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบเป็นดินลึกมีการระบายน้ำเลวหรือค่อนข้างเลว ดินบนเป็นดินร่วนเหนียว หรือดินเหนียว สีเทาแก่ ดินล่างเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลอ่อนหรือเทา มีจุดประสีนํ้าตาล เหลือง หรือแดงตลอดชั้นดิน บางแห่งมีศิลาแลงอ่อน หรือ ก้อนเคมีสะสมของเหล็กและแมงกานีส ความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือค่อนข้างต่ำ pH 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา หรือหากมีแหล่งนํ้าอาจปลูกพืชไร่พืชผัก ยาสูบ ในฤดูแล้ง

ปัญหา : ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ชุดดิน: บางนารา เชียงราย สุโขทัย โกลก คลองขุด มโนรมย์ นครพนม ปากท่อ พะวง พัทลุง สตูล แกลง ท่าศาลาวังตอง หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 7

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ ในบริเวณพื้นที่ราบตะกอนน้ำพา พื้นที่ที่เป็นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบเป็นดินลึกมีการระบายน้ำเลวหรือค่อนข้างเลว ดินบนเป็นดินร่วนเหนียว หรือดินเหนียว สีเทาแก่ ดินล่างเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลอ่อน เทา หรือ น้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาล เหลือง หรือแดงตลอดชั้นดิน ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH 6.0-7.0

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา หรือหากมีแหล่งน้ำอาจปลูกพืชไร่พืชผัก ยาสูบ ในฤดูแล้ง

ปัญหา :

ชุดดิน: นครปฐม อุดรดิตถ์ ท่าตูม เดิมบาง สุโขทัย น่าน ระโนด ผักกาด หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 8

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มดินที่มีการยกทรง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินบนมีลักษณะการทับถมเป็นชั้นๆ ของดิน และอินทรีย์วัตถุ ที่ได้จากการชะลอกทรงน้ำ ดินล่างมีสีเทา บางแห่งมีเปลือกหอยปนอยู่

การใช้ประโยชน์ : ดัดแปลงพื้นที่เพื่อปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น

ปัญหา :

ชุดดิน: ดำเนินสะดวก ธนบุรี สมุทรสงคราม

กลุ่มชุดดินที่ 9

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนผสมของตะกอนลำน้ำ และตะกอนน้ำทะเลแล้วพัฒนาในสภาพน้ำกร่อย พบในบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล ที่อาจมีน้ำทะเลหรือน้ำกร่อยท่วมเป็นครั้งคราว เป็นดินลึก ระบายน้ำเลว เนื้อดินเป็นดินเหนียว สีเทา มีจุดประสีเหลืองหรือแดงปะปน พบจุดประสีเหลืองฟางข้าวของจาโรไซด์ในระดับตื้นกว่า 50 ซม. ดินล่างสีเทาปนเขียว มีเศษซากพืชที่กำลังเน่าเปื่อย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปฏิกริยาดินชั้นบนเป็นกรดจัดมากหรือเป็นกรดรุนแรงมาก pH 4.5 หรือน้อยกว่า ส่วนดินล่างเป็นดินเลน pH ประมณ 7.0-8.5

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา

ปัญหา : ดินเป็นกรดรุนแรงมาก และเป็นดินเค็ม

ชุดดิน: ชะอำ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 10

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนผสมของตะกอนลำน้ำ และตะกอนน้ำทะเลแล้วพัฒนาในสภาพน้ำกร่อย พบในบริเวณที่ราบลุ่ม ห่างจากทะเลไม่มากนัก เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลวหรือค่อนข้างเลว เนื้อดินเป็นดินเหนียว สีดำหรือเทาแก่ ดินล่างสีเทา มีจุดประสีน้ำตาล เหลืองหรือแดงปะปนตลอดชั้นดิน พบจุดประสีเหลืองฟางข้าวของจาโรไซด์ในระดับตื้นกว่า 50 ซม. ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากหรือเป็นกรดรุนแรงมาก pHน้อยกว่า 4.5

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา

ปัญหา : เป็นกรดจัดมาก มักขาดธาตุอาหารพืชพวกไนโตรเจน และฟอสฟอรัส และมักจะมีอะลูมิเนียม และเหล็กเป็นปริมาณมากจนเป็นพิษต่อพืช จัดเป็นดินเปรี้ยวจัด

ชุดดิน: องค์กรักษ์ มูโนะ เขียวใหญ่ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 11

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนผสมของตะกอนลำนํ้า และตะกอนน้ำทะเลแล้วพัฒนาในสภาพน้ำกร่อย พบในบริเวณที่ราบลุ่ม ห่างจากทะเลไม่มากนัก โดยเฉพาะที่ราบลุ่มภาคกลาง เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลวหรือค่อนข้างเลว เนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวจัด ดินบนสีดําหรือเทาแก่ ดินล่างสีเทา มีจุดประสีน้ำตาลเหลืองหรือแดง ปะปนอยู่มากในช่วงดินล่างตอนบน พบจุดประสีเหลืองของจาโรไซต์ ที่ความลึก 100-150 ซม.ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากหรือเป็นกรดรุนแรงมาก pH 4.0-5.0

ปัญหา : เป็นกรดจัดมาก มักขาดธาตุอาหารพืชพวกไนโตรเจน และฟอสฟอรัส และมักจะมีอะลูมิเนียม และเหล็กเป็นปริมาณมากจนเป็นพิษต่อพืช จัดเป็นดินเปรี้ยวจัด

ชุดดิน: รังสิต เสนา ธัญบุรี ดอนเมือง หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 12

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนน้ำทะเล ในบริเวณที่ราบน้ำทะเลท่วมถึง และชะวากทะเล เป็นดินลึก การระบายน้ำเลวมา เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ที่ที่ลักษณะเป็นดินเลน ดินบนสีดํापนเทา มีจุดประสีน้ำตาลเล็กน้อย ดินล่างเป็นดินเลนสีเทาแก่ หรือ เทาปนเขียว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-สูง pH ประมาณ 7.0-8.5

ปัญหา : เป็นดินเลนที่มีโครงสร้างเลว และเป็นดินเค็ม และพื้นที่ยังคงมีน้ำทะเลท่วมถึงอยู่

ชุดดิน: ท่าจีน หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 13

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนน้ำทะเล พบในบริเวณที่ราบน้ำทะเลท่วมถึงและชะวากทะเล เป็นดินลึก ที่มีการระบายน้ำเลวมาก ลักษณะดินเป็นเลนละ เนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินบนสีดํापนเทามีจุดประสีน้ำตาลเล็กน้อย ดินล่างเป็นดินเลนสีเทาแก่ หรือเทาปนเขียว มีเศษรากพืชปะปน เป็นดินที่มีสารประกอบกำมะถันมาก เมื่อดินเปียก ปฏิกริยาดินเป็นกลางหรือด่างจัด มีค่า pH ประมาณ 7.0-8.5 แต่เมื่อมีการระบายน้ำออกไป หรือดินแห้ง สารประกอบกำมะถันจะแปรสภาพ ปล่อยกรดกำมะถันออกมา ทำให้ดินเป็นกรดจัดมาก pH ประมาณ 4.0

การใช้ประโยชน์ : เดิมเป็นป่าชายเลน แต่มีการดัดแปลงมาทำนา

ปัญหา : จัดเป็นดินเค็มที่มีกรดแฝงอยู่

ชุดดิน: บางปะกง ตะกั่วทุ่ง หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 14

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนผสมของตะกอนลำนํ้า และตะกอนนํ้าทะเลแล้วพัฒนาในสภาพนํ้ากร่อย พบในบริเวณลุ่มต่ำชายฝั่งทะเล หรือบริเวณพื้นที่พรุ มีนํ้าแช่ขังนานในรอบปี เป็นดินลึก มีการระบายนํ้าเลว เนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินร่วนละเอียด ดินบนมีสีดำหรือเทาปนดำ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ดินล่างมีสีเทา มีจุดประสีเหลืองและนํ้าตาลเล็กน้อย ระหว่างความลึก 50-100 ซม. มีลักษณะของดินเลนสีเทาปนเขียวที่มีสารประกอบกำมะถันมาก ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดรุนแรงมาก pH 4.0-4.5

การใช้ประโยชน์ : เป็นป่าเสม็ด บางแห่งใช้ทำนา

ปัญหา : ดินเป็นกรดจัดมาก และความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ถ้าดินแห้งเป็นเวลานานติดต่อกัน และมีปัญหานํ้าท่วมในฤดูเพาะปลูก

ชุดดิน: ระแงะ ต้นไทร ปัตตานี หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 15

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนนํ้า พบบริเวณที่ราบตะกอนนํ้าพา เป็นดินลึกที่มีการระบายนํ้าค่อนข้างเลวหรือเลว เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินบนสีนํ้าตาลปนเทา ดินล่างสีนํ้าตาลหรือเทาปนชมพู พบจุดประสีเหลืองหรือนํ้าตาลปนเหลืองตลอดหน้าตัดดิน ในดินล่างมักพบก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีส ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง pH 6.0-7.5

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา ในฤดูแล้งอาจใช้ปลูกพืชไร่พวกยาสูบ หรือพืชผัก

ปัญหา : ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ หน้าดินแน่นทึบ

ชุดดิน: แม่สาย หล่มสัก แม่ทะ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 16

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนนํ้า พบบริเวณที่ราบตะกอนนํ้าพา เป็นดินลึกที่มีการระบายนํ้าค่อนข้างเลวหรือเลว เนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนปนทรายแป้งหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีสีนํ้าตาลอ่อนหรือสีนํ้าตาลปนเทา มีจุดประสีนํ้าตาลเข้ม เหลืองหรือแดงในดินล่าง บางพื้นที่จะพบก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีสปะปน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ค่อนข้างต่ำ pH ประมาณ 5.0-6.0

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา ในฤดูแล้งอาจใช้ปลูกพืชไร่พวกยาสูบ หรือพืชผัก

ปัญหา : ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ หน้าดินแน่นทึบ

ชุดดิน: หินกอง ศรีเทพ ลำปาง เกาะใหญ่ พานทอง ตากใบ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 17

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ เป็นดินลึกมากมีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนเหนียว ในบางพื้นที่อาจมีเนื้อดินเป็นพวกดินทรายแป้งละเอียด สีน้ำตาลอ่อนถึงสีเทา มีจุดประสีน้ำตาล เหลือง หรือแดง บางแห่งพบศิลาแลงอ่อนหรือก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีสในดินล่าง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา บางแห่งปลูกพืชไร่หรือไม้ยืนต้น

ปัญหา : มีน้ำแช่ขังในฤดูฝน

ชุดดิน: บุนนทริก หล่มเก่า เขมราฐ สุโขทัย ปากม ร้อยเอ็ด เรณู สายบุรี โคกเคียน สงขลา วิสัย หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 18

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียว สีน้ำตาลอ่อนถึงสีเทา มีจุดประสีน้ำตาลเหลือง หรือแดง บางแห่งพบศิลาแลงอ่อนหรือก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีสในดินล่าง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ชั้นดินบนมักมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0) ส่วนดินล่างเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างเล็กน้อย (pH 6.0-7.5)

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา บางแห่งปลูกอ้อย หรือพืชล้มลุก

ปัญหา : มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินบนค่อนข้างเป็นทราย เสี่ยงต่อการขาดน้ำ

ชุดดิน: ชลบุรี เขาย้อย โคกสำโรง ไชยา หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 19

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทราย ดินล่างเป็นชั้นดินแน่นทึบ เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินเหนียว เหนียว สีน้ำตาลอ่อนถึงสีเทา มีจุดประสีน้ำตาลแดง หรือ เหลือง บางแห่งมีศิลาแลงอ่อน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.0-6.5) การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา แต่ให้ผลผลิตต่ำ

ปัญหา : ดินบนค่อนข้างเป็นทราย ดินล่างแน่นทึบ ฝนตกลงมามีน้ำแช่ขัง แต่ถ้าฝนทิ้งช่วงดินจะขาดน้ำ

ชุดดิน: วิเชียรบุรี มะขาม หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 20

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ ที่มีหินเกล็ดรองรับอยู่ หรืออาจได้รับอิทธิพลการแพร่กระจายเกลือทางผิวดิน เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว-ดีปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทราย ดินล่างเป็นชั้นดินแน่นที่ที่มีการสะสมเกลือโซเดียม เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลอ่อนถึงสีเทา มีจุดประสีน้ำตาล เหลือง หรือแดง หรือมีก้อนเคมีสะสมของเหล็กและแมงกานีสในดินล่างมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปฏิกริยาของดินบนเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0) ส่วนดินล่างเป็นกรดปานกลาง-เป็นกลาง กลาง (pH 6.0-7.0) แต่ถ้ามีก้อนปูนปะปน pH ประมาณ 7.0-8.5 ในฤดูแล้งพบคราบเกลือ

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา /เป็นแหล่งเกลือสินเธาว์

ปัญหา : เป็นดินเค็ม มีโซเดียมสูงจนเป็นพิษต่อพืช เนื้อดินเป็นทราย โครงสร้างไม่ดี แน่นทึบ

ชุดดิน: กุลาร้องไห้ หนองแก อุดร พุ่งสมุทรธิ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 21

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนน้ำ บริเวณที่ราบตะกอนน้ำพาที่เป็นส่วนต่ำของสันดินริมน้ำ เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำดีปานกลางถึงค่อนข้างเร็ว เนื้อดินเป็นพวกดินร่วน ดินร่วนเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแบ่งสีน้ำตาลปนเทา น้ำตาลอ่อน มีจุดประสีเทา น้ำตาล หรือน้ำตาลปนเหลือง มักพบแร่ไมกาปะปนอยู่ในเนื้อดิน มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH 5.5-7.0

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา

ปัญหา : อาจมีปัญหา น้ำท่วมเฉียบพลันในฤดูน้ำหลาก

ชุดดิน: สรรพยา เพชรบุรี หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 22

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วน ดินล่างเป็นดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีเทาหรือน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือเหลืองปนน้ำตาล อาจพบศิลาแลงอ่อนในชั้นดินล่าง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา

ปัญหา : มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินเป็นทราย มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ

ชุดดิน: น้ำกระจาย สันทราย สีทน หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 23

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำเนื้อหยาบ พบบริเวณที่ลุ่มระหว่างสันทรายหรือระหว่างเนินทราย ชายฝั่งทะเล เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็วถึงเร็ว เนื้อดินเป็นพวกดินทราย สีเทา มีจุดประสีน้ำตาล หรือเหลือง บางแห่งมีเปลือกหอยปะปนในดินล่าง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH 6.0-7.0 แต่ถ้ามีเปลือกหอย pH 7.0-8.5

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา

ปัญหา : มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินเป็นทรายจัด มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีน้ำท่วมขังนานในรอบปี

ชุดดิน: ทรายขาว วัลเปรียง บางละมุง หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 24

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว-ดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน หรือดินทราย สีน้ำตาลปนเทาหรือเทาปนชมพู มีจุดประสีน้ำตาล เหลืองหรือเทา ในชั้นดินล่างบางแห่งอาจพบชั้นที่มีการสะสมอินทรีย์วัตถุ เป็นชั้นบางๆ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก pH 5.5-6.5

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา/มันสำปะหลัง อ้อย ปอ

ปัญหา : เนื้อดินเป็นทราย มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ

ชุดดิน: อุบล บ้านบึง ท่าอุเทน หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 25

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ วางทับอยู่บนชั้นหินผุ เป็นดินตื้นที่มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วน ส่วนดินล่างเป็นดินเหนียวหรือร่วนปนดินเหนียวที่มีกรวดหรือลูกรังปนเป็นปริมาณมาก ภายในความลึก 50 ซม. ดินมีสีน้ำตาลอ่อนถึงสีเทา มีจุดประสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง ใต้ชั้นลูกรังอาจพบชั้นดินเหนียวที่มีสีคลาแลงอ่อนปะปน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก pH 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ใช้ทำนา

ปัญหา : เป็นดินตื้น มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีโอกาสขาดน้ำ

ชุดดิน: อัน เพ็ญ กันตัง พะยอมงาม สะทอน พุงค่าย ย่านตาขาว หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 26

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคใต้ ภาคตะวันออก เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อละเอียด ที่มาจาก

หินต้นกำเนิดต่างๆ ทั้งหินอัคนี ตะกอน และหินแปร พบบริเวณที่ตอน เป็นดินสีกรมการระบายน้ำดี
เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว สีน้ำตาล เหลือง หรือแดง มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ pH 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ปลูกยางพารา ไม้ผล

ปัญหา : มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในบริเวณพื้นที่ลาดชัน มีความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายสูง

ชุดดิน: พังงา อ่าวลึก ห้วยโป่ง โคกกลอย กระบี่ ลำภูรา ภูเก็ต ปากจั่น ปะทิว ท้ายเหมือง หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 27

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคตะวันออก เกิดจากการสลายตัวผุพังของหิน
ภูเขาไฟพวกบะซอลต์ พบบริเวณที่ตอน เป็นดินสีกรมการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวที่
ค่อนข้างร่วนซุยและมีโครงสร้างดี สีน้ำตาลปนแดงหรือสีแดง มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH 5.0-
5.5

การใช้ประโยชน์ : ทำสวนผลไม้ พริกไทย และยางพารา

ปัญหา : ดินมีการแทรกซึมน้ำได้เร็ว ขาดน้ำได้ง่าย

ชุดดิน: หนองบอน ท่าใหม่ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 28

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุดินกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพัง
แล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัตถุดินกำเนิดที่มาจากหินบะซอลต์ แอนดีไซต์ พบบริเวณที่ตอน ใกล้
กับภูเขาหินปูนหรือหินภูเขาไฟ เป็นดินสีกรมการระบายน้ำดี ปานกลาง-ดี เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว
หรือดินเหนียวจัด หน้าดินแต่กระแงเป็นร่องลึกในฤดูแล้ง พบรอยไถในดิน สีดินเป็นสีดำ เทาเข้ม
หรือน้ำตาล ดินล่างอาจพบชั้นปูนมาร์มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-สูง pH 7.0-8.5

การใช้ประโยชน์ : ปลูกพืชไร่ เช่นข้าวโพด ข้าวฟ่าง ฝ้าย ไม้ผล

ปัญหา : เนื้อดินเหนียวจัด ต้องทำการไถพรวนขณะที่ดินมีความชื้นพอเหมาะ ฤดูฝนมีน้ำแช่ขังได้ง่าย

ชุดดิน: ลพบุรี ชัยบาดาล ดงลาน ลพบุรี น้ำเลน วังชมภู หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 29

ลักษณะดิน : เกิดจากวัตถุดินกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้าย
มาทับถมของวัสดุหลายชนิดที่มีเนื้อละเอียด ทั้งจากหินตะกอน หินภูเขาไฟ หรือตะกอนน้ำ พบบริเวณ
ที่ตอน เป็นดินสีกรมการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว สีดินเป็นสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง
ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ pH 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ปลูกไม้ผล

ปัญหา : ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ อาจขาดน้ำได้หากฝนทิ้งช่วงนาน

ชุดดิน: บ้านจ้อง หนองมด แม่แตง ปากช่อง โขชัย เชียงของ สูงเนิน หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 30

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มดินที่พบในบริเวณภูเขาสูง สูงจากระดับน้ำทะเล 500 เมตรขึ้นไป เกิดจากการสลายตัวของวัตถุดินกำเนิดพวกหินเนื้อละเอียด เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินเหนียว สีแดงความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH 5.5-6.5

การใช้ประโยชน์ : ไม้ผลเมืองหนาว/ไร่เลื่อนลอย

ปัญหา : อยู่ในที่สูงชัน มีโอกาสเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่าย

ชุดดิน: ดอยปุย เชียงแสน หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 31

ลักษณะดิน : เกิดจากวัตถุดินกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวของผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อละเอียด หรือเกิดจากตะกอนน้ำ พบบริเวณที่ดอน ที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเป็นเนินเขา เป็นดินลึกมีการระบายน้ำดี-ดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว สีน้ำตาล เหลือง หรือแดง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH 5.5-7.0

การใช้ประโยชน์ : พืชไร่/ไม้ผล

ปัญหา : บริเวณที่ลาดชัน มีโอกาสเกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และขาดแคลนน้ำในฤดูเพาะปลูกชุดดิน: เลย วังไห หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 32

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคใต้ ภาคตะวันออก เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำบริเวณสันดินริมน้ำ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี-ดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนละเอียด หรือดินทรายบางแห่งมีชั้นทรายละเอียดสลับชั้นอยู่ มักพบไร่ไม่กาปนอยู่ในเนื้อดิน สีดินสีน้ำตาลหรือเหลืองปนน้ำตาล อาจมีจุดประสีเหลืองหรือเทาในดินล่าง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ค่อนข้างต่ำ pH 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ปลูกยางพารา กาแฟ ไม้ผล

ปัญหา : อาจมีปัญหาหน้าท่วมเนื่องจากน้ำล้นตลิ่งและแช่ขังนาน

ชุดดิน: รือเสาะ ลำแก่น ตาขุน หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 33

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ บริเวณสันดินริมน้ำเก่า เนินตะกอนรูปพัด หรือที่ราบตะกอนน้ำพา เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี-ดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินทรายแป้งหรือดินร่วนละเอียด สีน้ำตาลหรือน้ำตาลปนแดง ในดินล่างลึกๆ อาจพบจุดประสีเทาและน้ำตาล อาจพบไร่ไม่กาหรือก่อนปูนปนอยู่ด้วย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH 7.0-8.5

การใช้ประโยชน์ : ปลูกพืชไร่ ข้าวโพด อ้อย ฝ้าย ยาสูบ

ปัญหา :

ชุดดิน: ดงยางเอน กำแพงแสน กำแพงเพชร ลำสนธิ น้ำดุก ชาติพนม ตะพานหิน หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 34

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคใต้ ภาคตะวันออก เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นตะกอนลำน้ำ หรือจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบของพวกหินอัคนี หินตะกอน พบบริเวณที่ดอน เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี-ดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนละเอียด ที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีดินสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ยางพารา ไม้ผล พืชไร่บางชนิด

ปัญหา : เนื้อดินเป็นทราย และดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน

ชุดดิน: ฉลอง คลองท่อม ควนกาหลง คลองนกระทุง ท่าชะเผ ฝั่งแดง ละหาน ท่าชะ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 35

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบที่ส่วนใหญ่มาจากหินตะกอน พบบริเวณที่ดอน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี-ดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนละเอียดที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาล เหลือง หรือแดง ดินล่างอาจพบจุดประสีต่างๆ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ปลูกพืชไร่ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด ถั่ว

ปัญหา : เนื้อดินเป็นทราย และดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

ชุดดิน: มาบบอน โคราช สดึก วาริน ยโสธร ดอนไร่ ด่านซ้าย หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 36

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ พบบริเวณที่ดอน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี-ดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนละเอียดที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนเหนียว ดินมีสีน้ำตาล เหลือง หรือแดง ดินล่างอาจพบจุดประสี

ต่างๆ มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ -ปานกลาง pH ดินบนประมาณ 5.0-6.0 ส่วนดินล่างประมาณ 6.0-7.0

การใช้ประโยชน์ : อ้อย ข้าวโพด ถั่ว

ปัญหา : เนื้อดินเป็นทราย อาจขาดน้ำได้ง่าย ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

ชุดดิน: สีคิ้ว เพชรบูรณ์ ปราณบุรี หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 37

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ วางทับอยู่บนชั้นหินผุหรือชั้นดินเหนียว พบบริเวณที่ดอน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินบนเป็นดินทรายปนดินร่วน ส่วนดินล่างในระดับความลึก 50-100 ซม.เป็นดินเหนียว ดินเหนียวปนเศษหิน หรือเป็นชั้นหินผุ ดินบนมีสีน้ำตาล ดินล่างน้ำตาลปนเทา บางแห่งมีจุดประสีแดงและมีศิลาแลงอ่อนปนอยู่มาก มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ปอ ข้าวโพด ถั่วเขียว แตงโม

ปัญหา : ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ในฤดูฝนดินเปียกและเกินไ้ และหน้าดินเป็นทรายหนา

ชุดดิน: นาคู บ่อไทย ทับเสลา หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 38

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ มีลักษณะการทับถมเป็นชั้นๆ ของตะกอนในแต่ละช่วงเวลา พบบนสันดินริมน้ำ หรือที่ราบตะกอนน้ำพา เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหรือดินร่วนหยาบ สีน้ำตาลอ่อน อาจพบจุดประสีเทาและสีน้ำตาลในชั้นดินล่าง บางบริเวณพบไมกาและก้อนปูนปะปน มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH ประมาณ 5.5-7.0

การใช้ประโยชน์ : ปลูกผัก ไม้ผล และยาสูบ

ปัญหา : อาจมีน้ำล้นตลิ่งในฤดูฝน

ชุดดิน: ท่าม่วง เชียงใหม่ ชุมพลบุรี ดอนเจดีย์ ไทรงาม หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 39

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคใต้ ภาคตะวันออก เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบของพวกหินอัคนี หรือหินตะกอน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี-ดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหยาบ สีดินเป็นสีน้ำตาลเหลืองหรือแดง อาจพบจุดประสีต่างๆ ในชั้นดินล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ยางพารา ไม้ผล มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน

ปัญหา : เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ชุดดิน: คอหงส์ นาทวี สะเดา ทุ่งหว้า หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 40

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ ลักษณะดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหยาบ สีดินเป็นสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง อาจพบจุดประสีต่างๆ ในชั้นดินล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : มันสำปะหลัง อ้อย ปอ ข้าวโพด

ปัญหา : เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย เสี่ยงต่อการขาดน้ำง่าย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

ชุดดิน: สันป่าตอง ชุมพวง หุบกระพง ห้วยแกลง ยางตลาด จักราช หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 41

ลักษณะดิน : เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ หรือเกิดจากตะกอนลำน้ำหรือวัตถุน้ำพาจากบริเวณที่สูงวางทับอยู่บนบนชั้นดินร่วนหยาบ หรือร่วนละเอียด พบในบริเวณพื้นที่ดอน ลักษณะดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี-ดีปานกลาง เนื้อดินช่วง 50-100 ซม.เป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน ส่วนถัดลงไปเป็นดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียวปนทราย สีดินเป็นสีน้ำตาลอ่อน หรือเหลืองปนน้ำตาล อาจพบจุดประสีต่างๆ ในชั้นดินล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินบนมี pH ประมาณ 5.5-6.5 ส่วนดินล่าง pH ประมาณ 6.0-7.0

การใช้ประโยชน์ : มันสำปะหลัง อ้อย ปอ ข้าวโพด ยาสูบ

ปัญหา : มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก เนื้อดินบนเป็นทรายจัด เสี่ยงต่อการขาดน้ำง่าย ถ้ามีฝนตกมาก ดินบนแฉะ

ชุดดิน: มหาสารคาม บ้านไผ่ คำบง หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 42

ลักษณะดิน : พบบริเวณหาดทรายเก่าหรือสันทรายชายทะเล เกิดจากตะกอนทรายชายทะเล เป็นดินลึกปานกลางถึงชั้นดานอินทรีย์ มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นทรายจัด สีดินบนสีเทาแก่ ใต้ลงไปเป็นชั้นทรายขาว และดินล่างระหว่างความลึก 50-100 ซม. เป็นชั้นที่มีการสะสมของพวกอินทรีย์วัตถุ เหล็ก หรือฮิวมัส สีน้ำตาล สีแดง เชื่อมตัวกันแน่นแข็งเป็นชั้นดานอินทรีย์ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 5.0-6.0

การใช้ประโยชน์ : มันสำปะหลัง อ้อย สับปะรด มะพร้าว

ปัญหา : ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินเป็นทรายจัด ในฤดูแล้ง ชั้นดานแห้งแข็งมารากพืชไชซอนผ่านไม่ได้

ชุดดิน: บ่านทอน หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 43

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคใต้ ภาคตะวันออก หรือบริเวณชายฝั่งทะเล เกิดจากตะกอนทรายชายทะเล หรือจากการสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบ พบบริเวณหาดทราย สันทรายชายทะเล หรือบริเวณที่ลาดเชิงเขา เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างมากเกินไป เนื้อดินเป็นพวกดินทราย สีเทา น้ำตาลอ่อน หรือเหลือง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pHประมาณ 4.5-6.0

การใช้ประโยชน์ : มันสำปะหลัง อ้อย สับปะรด ปอ มะพร้าว มะม่วงหิมพานต์

ปัญหา : ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินเป็นทรายจัด ขาดน้ำได้ง่าย

ชุดดิน: บาเจาะ ดงตะเคียน หัวหิน หลังสวน ไม้ขาว พัทยา ระยอง สัตหีบ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 44

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ของวัสดุเนื้อหยาบ ลักษณะดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีมากเกินไป เนื้อดินเป็นพวกดินทราย สีเทา น้ำตาลอ่อน ในดินล่างที่ลึกมากกว่า150 ซม. อาจพบเนื้อดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย อาจพบจุดประสีต่างๆ ในชั้นดินล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 5.5-7.0

การใช้ประโยชน์ : มันสำปะหลัง อ้อย ปอ มะพร้าว มะม่วงหิมพานต์

ปัญหา : เนื้อดินเป็นทรายจัดและหนามาก มีโอกาสขาดน้ำได้ง่าย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โครงสร้างไม่ดี

ชุดดิน: น้ำพอง จันทิก หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 45

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคใต้ ภาคตะวันออก เกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อละเอียดของพวกหินตะกอน เป็นกลุ่มดินร่วนหรือดินเหนียวที่มีลูกรัง เศษหิน หรือก้อนกรวดปนมาก ภายในความลึก 50 ซม. ดินมีการระบายน้ำดีกรวดส่วนใหญ่เป็นพวกหินกลมน หรือเศษหินที่มีเหล็กเคลือบ สีดินเป็นสีน้ำตาลอ่อน สีเหลืองหรือสีแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 4.5-5.5

การใช้ประโยชน์ : ยางพารา มะพร้าว ไม้ผล

ปัญหา : เป็นดินตื้น มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ง่าย

ชุดดิน: ชุมพร คลองขาก หาดใหญ่ เขาขาด หนองคล้า ท่าฉาง ยะลา หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 46

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำนํ้า หรือวัตถุต้นกำเนิดที่ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อละเอียดของพวกหินตะกอน หรือหินภูเขาไฟ เป็นดินตื้นมาก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวปนกรวด ลูกกรัง หรือเศษหินที่มีเหล็กเคลือบ พบภายในความลึก 50 ซม. สีดินเป็นสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 5.0-6.5

การใช้ประโยชน์ : มันสำปะหลัง อ้อย ปอ

ปัญหา : เป็นดินตื้น มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ง่าย

ชุดดิน: เชียงคาน กบินทร์บุรี สุรินทร์ โป่งตอง หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 47

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาในระยะทางไม่ไกลนักของวัสดุเนื้อละเอียดที่มาจากทั้งหินตะกอน หรือหินอัคนี เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนที่มีเศษหินปะปนมาก มักพบชั้นหินพื้นตื้นกว่า 50 ซม. สีดินเป็นสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง pH ประมาณ 5.5-7.0

การใช้ประโยชน์ : ป่าเต็งรัง/ไร่เลื่อนลอย

ปัญหา : เป็นดินตื้น มีเศษหินปนอยู่ในเนื้อดินมาก ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ง่าย

ชุดดิน: ลี้ มวกเหล็ก ท่าลี่ นครสวรรค์ โป่งน้ำร้อน สบปราบ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 48

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า หรือจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาในระยะทางไม่ไกลนักของวัสดุเนื้อค่อนข้างหยาบที่มาจากหินตะกอน หรือหินแปร เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินปนเศษหินหรือปนกรวด กรวดส่วนใหญ่เป็นหินกลมมน หรือเศษหินต่างๆ ถ้าเป็นดินปนเศษหิน มักพบชั้นหินพื้นตื้นกว่า 50 ซม. สีดินเป็นสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง pH ประมาณ 5.5-6.0

การใช้ประโยชน์ : ป่าเต็งรัง/ปลูกไม้โตเร็ว

ปัญหา : เป็นดินตื้น มีเศษหินปนอยู่ในเนื้อดินมาก ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ง่าย

ชุดดิน: ทำายาง แมร์มิม พะเยา น้ำขุน หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 49

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า หรือจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมในระยะทางไม่ไกลนักของวัสดุเนื้อค่อนข้างหยาบ วางทับอยู่บนชั้นดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินพื้นหรือจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่ต่างชนิดต่างยุคกัน พบบริเวณที่ดอนเป็นดินตื้นถึงตื้นมากถึงชั้นลูกรัง มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินเหนียวปนลูกรังหรือเศษหินทราย พบในความลึกก่อน 50 ซม. สีดินเป็นสีน้ำตาล เหลืองและก่อนความลึก 100 ซม.จะเป็นชั้นดินเหนียวสีเทา มีจุประสีน้ำตาล สีแดง และมีศิลาแลงอ่อนปนอยู่มาก อาจพบชั้นหินทรายหรือหินดินดานที่ผุพังสลายตัวแล้วในชั้นถัดไป ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 5.0-6.5

การใช้ประโยชน์ : พืชไร่/ปศุสัตว์/ปลูกพืชไร่

ปัญหา : เป็นดินตื้น ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ บางแห่งก้อนศิลาแลงโผล่กระจาย เป็นอุปสรรคต่อการเกษตรกรรม ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ง่าย

ชุดดิน: โพนพิสัย บรปือ สกล สระแก้ว หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 50

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคใต้ ภาคตะวันออก เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาในระยะทางไม่ไกลนักของวัสดุเนื้อหยาบที่มาจากหินตะกอน หรือจากวัตถุต้นกำเนิดพวกตะกอนลำนํ้า เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี เนื้อดินตอนบน ช่วง 50 ซม. เป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนทราย ในระดับความลึก 50-100 ซม. พบชั้นดินปนเศษหินหรือลูกรังปริมาณมาก สีดินเป็นสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 5.0-5.5

การใช้ประโยชน์ : ปลูกพืชไร่ ไม้ผล สับปะรด

ปัญหา : เนื้อดินเป็นทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

ชุดดิน: สวี พะโต๊ะ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 51

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคใต้ ภาคตะวันออก เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาในระยะทางไม่ไกลนักของวัสดุเนื้อค่อนข้างหยาบหรือค่อนข้างละเอียด ที่มาจากหินตะกอนหรือหินแปร เป็นดินตื้นหรือตื้นมาก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนเศษหิน ซึ่งมักเป็นพวก หินทราย ควอร์ตไซต์ หรือหินดินดาน และพบชั้นหินพื้น

ภายในความลึก 50 ซม. สีดินเป็นสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 5.0-5.5

การใช้ประโยชน์ : ป่าดิบชื้น/ปลูกยางพารา

ปัญหา : เป็นดินตื้น มีเศษหินปะปนอยู่มาก ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ชุดดิน: ห้วยยอด ระนอง ยี่งอ คลองเต็ง หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 52

ลักษณะดิน : เกิดจากตะกอนลำน้ำทับถมบนชั้นปูนมาร์ล พบบริเวณที่ลาดเชิงเขาหินปูน เป็นดินตื้นถึงตื้นมากถึงชั้นปูนมาร์ล มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ที่มีก้อนปูนมาร์ลปะปนอยู่ สีดินเป็นสีดำ สีน้ำตาล หรือสีแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-สูง pH ประมาณ 7.0-8.5

การใช้ประโยชน์ : พืชไร่ เช่นข้าวโพด ฝ้าย/ ไม้ผลเช่น มะม่วง

ปัญหา : มีปัญหาในการไถพรวนหากว่าชั้นปูนมาร์ลตื้นกว่า 25 ซม.

ชุดดิน: บึงชะงั้ง ตาคลี หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 53

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่พบในเขตฝนชุก เช่นภาคใต้ ภาคตะวันออก เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาในระยะทางไม่ไกลนักของวัสดุเนื้อละเอียด ที่มาจากหินตะกอนหรือหินแปรเป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี เนื้อดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว ทับถมบนดินเหนียว ส่วนดินล่างในระดับความลึกระหว่าง 50-100 ซม. เป็นดินเหนียวปนลูกรังหรือเศษหินผุ สีดินเป็นสีน้ำตาลอ่อน สีเหลืองหรือแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 5.0-5.5

การใช้ประโยชน์ : ยางพารา กาแฟ ไม้ผล พืชไร่บางชนิด

ปัญหา : ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

ชุดดิน: ทรายดง นาทอน โอลำเจียก ปะดังเบซาร์ หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 54

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมในระยะทางไม่ไกลนัก ของวัตถุดินกำเนิดดินที่เป็นพวกหินอัคนี เช่น บะซอลต์ แอนดีไซต์ พบบริเวณที่ดอน มักอยู่ใกล้กับบริเวณเทือกเขาหินปูน หรือหินภูเขาไฟเป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียว มักมีก้อนปูนหรือเศษหินที่กำลังผุพังสลายตัวปะปนอยู่ในเนื้อดินด้วย ในชั้นดินล่างลึกๆอาจพบชั้นปูนมาร์ล สีดินเป็นสีเทาเข้ม สี

น้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนแดง ชั้นดินล่างอาจมีจุดประสีเหลืองและสีแดงดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง pH ประมาณ 6.5-8.5

การใช้ประโยชน์ : ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง ปอ และ ถั่ว

ปัญหา : เนื้อดินเหนียวจัด ในฤดูฝนน้ำแช่ขังง่าย ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

ชุดดิน: ลำนารายณ์ ลำพญากลาง สมอทอด หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 55

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้ว เคลื่อนย้ายมาทับถมในระยะทางไม่ไกลนัก ของวัตถุต้นกำเนิดดินที่มาจากวัสดุเนื้อละเอียดที่มีปูนปน พบบริเวณที่ดอน เป็นดินลิกปานกลาง มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ในชั้นดินล่างที่ระดับความลึกประมาณ 50-100 ซม.พบชั้นหินผุซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเนื้อละเอียด บางแห่งมีก้อนปูนปะปนอยู่ด้วย สีดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง pH ประมาณ 6.0-8.0

การใช้ประโยชน์ :

ปัญหา : ดินมีโครงสร้างแน่นทึบ ยากแก่การไถของของรากพืช

ชุดดิน: วังสะพุง จัตุรัส หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 56

ลักษณะดิน : เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้ว เคลื่อนย้ายมาทับถมในระยะทางไม่ไกลนัก ของวัสดุเนื้อหยาบที่มาจากหินตะกอนหรือหินอัคนี พบบริเวณที่ดอน จนถึงลาดเนินเขา เป็นดินลิกปานกลาง มีการระบายน้ำดี เนื้อดินตอนบน ช่วง 50 ซม. เป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินปนเศษหิน มักพบชั้นหินพื้นลึกกว่า 100 ซม.สีดินเป็นสีน้ำตาล เหลือง หรือสีแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH ประมาณ 5.0-6.0

การใช้ประโยชน์ : ปลูกพืชไร่ เช่นข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง

ปัญหา : ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในที่ลาดชันสูงจะมีปัญหาการชะล้างพังทลายได้ง่าย

ชุดดิน: ลาดหญ้า โพนงาม ภูสะนา หรือดินคล้ายอื่นๆ

กลุ่มชุดดินที่ 57

ลักษณะดิน : พบบริเวณที่ลุ่มต่ำหรือพื้นที่พรุ มีน้ำขังแช่อยู่เป็นเวลานานหรือตลอดปี การระบายน้ำเลวมากประกอบด้วยดินอินทรีย์ที่สลายตัวปานกลางหนา 40-100 ซม. บางแห่งเป็นชั้นอินทรีย์วัตถุสลับกับพวกดินอินทรีย์สีดินเป็นสีดำ หรือสีน้ำตาลในชั้นดินอินทรีย์ ส่วนดินอนินทรีย์ที่เกิดเป็นชั้นสลับอยู่ มีสีเทา ใต้ชั้นดินอินทรีย์ลงไปเป็นตะกอนน้ำทะเล มักพบระหว่างความลึก 50-100 ซม. มีสี

เทาหรือสีเทาปนเขียว มีสารประกอบกำมะถัน (ไฟไรต์) อยู่มาก มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดรุนแรงมาก pH น้อยกว่า 4.5

การใช้ประโยชน์ : ที่รกร้างว่างเปล่า

ปัญหา : เป็นดินอินทรีย์ เมื่อแห้งจะยุบตัว และเป็นกรดรุนแรง

ชุดดิน: กาบแดง

กลุ่มชุดดินที่ 58

ลักษณะดิน : ลักษณะดินคล้ายกับกลุ่ม 57 พบในบริเวณที่ลุ่มต่ำ หรือพื้นที่พรุ มีน้ำแช่ขังตลอดปี เป็นดินลึก การระบายน้ำเลวมาก เนื้อดินเป็นพวกดินอินทรีย์ที่มีเนื้อหยาบ มีความหนามากกว่า 100 ซม. มักมีเศษพืชขนาดเล็กและใหญ่ปนอยู่ทั่วไป

การใช้ประโยชน์ : ป่าพรุ

ปัญหา : เป็นดินอินทรีย์ที่มีคุณภาพต่ำ เป็นกรดรุนแรงมาก ขาดธาตุอาหารพืช มีปัญหาการยุบตัวเมื่อระบายน้ำออก

ชุดดิน: นราธิวาส

กลุ่มชุดดินที่ 59

ลักษณะดิน : พบบริเวณที่ราบลุ่มหรือ พื้นล่างของเนิน หรือหุบเขา เป็นหน่วยผสมของดินหลายชนิดที่เกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมกัน ดินที่พบส่วนใหญ่มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็วถึงเร็ว มีลักษณะและคุณสมบัติต่างๆไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินบริเวณนั้นๆ ส่วนมากมีก้อนกรวดและเศษหินปนอยู่ในเนื้อดินด้วย

การใช้ประโยชน์ :

ปัญหา : ใช้ทำนา หรือปลูกผักในฤดูแล้ง

ชุดดิน: พวกดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำเร็ว

กลุ่มชุดดินที่ 60

ลักษณะดิน : พบบริเวณสันดินริมน้ำ บริเวณพื้นที่เนินตะกอน เป็นหน่วยผสมของดินหลายชนิดที่เกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมกัน ดินที่พบส่วนใหญ่มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง เป็นดินลึก เนื้อดินเป็นพวกดินร่วน บางแห่งมีชั้นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย หรือมีชั้นกรวด ซึ่งแสดงถึงการตกตะกอนต่างยุคของดินอันเป็นผลมาจากการเกิดน้ำท่วมใหญ่ในอดีต โดยทั่วไปเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง pH ประมาณ 6.0-7.0

ปัญหา : ปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น

ชุดดิน: พวกดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อน ที่มีการระบายน้ำดี

กลุ่มชุดดินที่ 61

ลักษณะดิน : กลุ่มนี้เป็นหน่วยผสมของดินหลายชนิด ซึ่งเกิดจากการผุพังสลายตัวของหินต้นกำเนิดชนิดต่างๆ แล้วถูกพัดพามาทับถมบริเวณที่ลาดเชิงเขา ดินมีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง มีลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินบริเวณนั้นๆ ส่วนใหญ่มีเศษหินก้อนหิน และหินพื้นผิวกระจายทั่วไป

การใช้ประโยชน์ : ทำไร่เลื่อนลอย

ปัญหา : มีปัญหาการชะล้างพังทลาย เนื่องจากมีการใช้โดยไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ชุดดิน: ดินที่ลาดเชิงเขา

กลุ่มชุดดินที่ 62

ลักษณะดิน : ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขาและเทือกเขาซึ่งมีความลาดชันมากกว่า ร้อยละ 35 ลักษณะและสมบัติของดินที่พบไม่แน่นอน มีทั้งดินลึกและดินตื้น มีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของวัตถุต้นกำเนิด มักมีเศษหินหรือก้อนหินผิวกระจายทั่วไป ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ต่างๆ

การใช้ประโยชน์ : ไม่ควรใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ควรอนุรักษ์ไว้เป็นพื้นที่ป่า

ปัญหา :

ดิน: พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน

ภาคผนวก ข

ชั้นหินอุ้มน้ำ

1) ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนหินร่วน (Unconsolidated Aquifers)

ประกอบขึ้นด้วย ตะกอนจำพวกกรวด ทราย ทรายแป้ง เศษหิน และดินเหนียว ซึ่งยังไม่สมานตัวหรือยังไม่จับตัวกัน โดยทั่วไปแล้วชั้นหินอุ้มน้ำประเภทนี้ น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนต่าง ๆ ปริมาณน้ำบาดาลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ความหนาของแหล่งสะสมตะกอนมาก มีการคัดขนาดของเม็ดตะกอนดี และเม็ดตะกอนมีความกลมมนมาก ก็จะกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้มากชั้นหินอุ้มน้ำในตะกอนหินร่วนในกลุ่มน้ำป่าสัก ประกอบด้วย

(1) ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา (Quaternary Flood Plain Deposits Aquifer ; Qfd)

ประกอบด้วยชั้นตะกอนของกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ซึ่งเกิดจากการพัดของแม่น้ำป่าสัก และตะกอนลุ่มน้ำหลากของแม่น้ำเจ้าพระยา รวมทั้งตะกอนทางน้ำต่างๆ ที่เกิดเป็นบริเวณแคบๆ ตามแนวคดโค้งของลำน้ำ จัดเป็นชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 15-50 เมตรความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 5-30 ลบ.ม./ชม.

(2) ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำ (Quaternary Terrace Deposits Aquifer ; Qt)

เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนพวกกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ซึ่งเป็นตะกอนยุคเก่าของที่ราบลุ่มเจ้าพระยา ตะกอนยุคเก่านี้นบางส่วนจะวางตัวอยู่ใต้ชั้นน้ำที่ราบน้ำหลากที่มีอายุอ่อนกว่าความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 50-150 เมตร ความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 10-100 ลบ.ม./ชม. ซึ่งชั้นน้ำประเภทนี้ได้หมายถึงชั้นน้ำบาดาลที่พัฒนาจากชั้นดินมาร์ลด้วย

(3) ชั้นหินอุ้มน้ำทรายชายหาด (Beach Sand Deposits Aquifer ; Qbs)

ชั้นนี้จะประกอบด้วยทรายละเอียด ถึงทรายหยาบสะสมตัวตามแนวชายหาดทั้งเก่าและปัจจุบัน จัดเป็นชั้นหินอุ้มน้ำระดับตื้น โดยมีความลึกเฉลี่ยของการให้น้ำ 2-6 เมตร และได้ปริมาณน้ำประมาณ 5-10 ลบ.ม./ชม.

(4) ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา (Colluvial Aquifers ; Qcl)

ชั้นหินอุ้มน้ำประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว และเศษหินแตกหัก มีลักษณะหนา ไม่มีการคัดขนาด และความลึกก็ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ ซึ่งจะมีความลึกตั้งแต่

10-40 เมตรและอัตราการให้น้ำประมาณ 2-10 ลบ.ม./ชม. แต่บางที่มีความหนามากทำให้สามารถให้น้ำ 20 ลบ.ม./ชม.

2) ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนหินร่วนกึ่งหินแข็ง (Tertiary Semi-consolidated Aquifer ; Tsc)

ประกอบด้วย หินชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มหินยุคเทอร์เชียรี ได้แก่ หินดินดาน หินโคลน และหินทรายละเอียด โดยน้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน หรือรอยต่อระหว่างชั้นหิน ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 30-50 เมตร บางแห่งอาจจะลึกถึง 200 เมตร ความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 1-20 ลบ.ม./ชม.

3) ชั้นหินอุ้มน้ำหินแข็ง (Consolidated Aquifers)

ชั้นหินอุ้มน้ำในหินแข็ง ส่วนใหญ่น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างของโครงสร้างต่าง ๆ ได้แก่ รอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน รอยต่อระหว่างชั้นหิน โพรงหรือถ้ำในชั้นหิน และช่องว่างของชั้นหินผุ ปริมาณน้ำบาดาลจะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับขนาด และความต่อเนื่องกันของโครงสร้างที่มีอยู่ในชั้นหินนั้นๆ ถ้าโครงสร้างมีขนาดใหญ่และต่อเนื่องถึงกันดี จะมีน้ำบาดาลกักเก็บอยู่มากชั้นหินอุ้มน้ำในหินแข็งในกลุ่มน้ำป่าสัก ประกอบด้วย

(1) ชั้นหินอุ้มน้ำโคราชตอนกลาง (Middle Khorat Aquifer ; Jmk)

ประกอบด้วย หินทรายสีเหลือง สีชมพูเทา สีแดงเทา หินกรวด หินดินดานสีน้ำตาลแดง สีเทาเขียว และหินทรายแป้ง ได้แก่ ชั้นหินของหน่วยหินพระวิหาร เสาชิง และภูพาน (Phra Wihan Saokhua and Phu Phan Formations) ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 30- 60 เมตร ปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์ 2-10 ลบ.ม./ชม. แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

(2) ชั้นหินอุ้มน้ำโคราชตอนล่าง (Lower Khorat Aquifer ; TrJlk)

ประกอบด้วย หินกรวดมนสีเทา หินทรายเนื้อเถ้าภูเขาไฟสีเทาน้ำตาลเข้มถึงแกมเทา หินดินดานสีเทาถึงดำ น้ำตาลแกมแดง เนื้อปนปูน หินโคลนและหินปูนปนโคลนสีเทา กรวดมนสีเทา หินทรายเนื้อเถ้าภูเขาไฟสีเทาน้ำตาลเข้มถึงแกมเทา หินดินดานสีเทาจนถึงดำ น้ำตาลแกมแดง เนื้อปนปูน หินโคลน และหินปูนโคลนสีเทา ได้แก่ ชั้นหินของหน่วยหินห้วยหินลาด น้ำพอง และภูกระดึง (Huai Hin Lat Nam Phong and PhuKradung Formations) ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 30- 60 เมตร ปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์ 2-10 ลบ.ม./ชม.

(3) ชั้นหินอุ้มน้ำคาร์บอนเตอายุเพอร์เมียน (Permian Carbonate Aquifer ; Pc)

ประกอบด้วย หินปูนสีเทา มีหินเชิร์ตสีดำ หินดินดานสีเทา หินทรายและหินกรวดมนสีเทาขาว น้ำตาลแกมแดงแทรกสลับ ได้แก่ หินปูนในกลุ่มหินราชบุรี (Ratburi Group) ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 20-40 เมตร ความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 1-40 ลบ.ม./ชม.

(4) ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร (Permian-Carboniferous Metasediments Aquifer ;PCms)

ประกอบด้วย หินทรายกึ่งหินควอร์ตไซต์ (Quartzitic sandstone) หินดินดานกึ่งหินชนวน (Phyllitic to Slaty shale) และหินกรวดมน ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 10-60 เมตรความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 1-20 ลบ.ม./ชม.

(5) ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขาไฟ (Volcanic Aquifer ; Vc)

ประกอบด้วย หินแอนดิไซต์ ไรโอไลต์ และหินทัฟฟ์ ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 10-30 เมตร ความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 1-10 ลบ.ม./ชม.

(6) ชั้นหินอุ้มน้ำหินแกรนิต (Granitic Aquifer ; Gr)

ประกอบด้วย หินแกรนิต แกรโนไดโอไรต์ ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 10-30 เมตร ความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 1-10 ลบ.ม./ชม.

(7) ชั้นหินอุ้มน้ำหินบะซอลต์ (Basalt Aquifer ; Bs)

ประกอบด้วย หินบะซอลต์ ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 10-30 เมตร ความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 1-35 ลบ.ม./ชม.

(8) ชั้นหินอุ้มน้ำลำปาง (Lampang Aquifers ; TRlp)

เป็นชั้นหินที่ให้น้ำที่ประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดานและหินกรวดมน

HYDROUT	DESCRIPT_T	DESCRIPT_E
Bs	ชั้นหินอุ้มน้ำหินบะซอลต์	Basaltic Aquifer
C	ชั้นหินอุ้มน้ำอายุคาร์บอนิเฟอรัส	Carboniferous Aquifers
Cms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	Carboniferous Metasediments Aquifer
D	ชั้นหินอุ้มน้ำอายุดีโวเนียน	Devonian Aquifers
DEmm	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแปรยุคดีโวเนียน-แคมเบรียน	Cambrian-Devonian Metamorphic Aquifer
Emm	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแปรยุคแคมเบรียน	Cambrian Metamorphic Aquifer

HYDROUNT	DESCRIPT_T	DESCRIPT_E
Ems	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	Cambrian Metasediments Aquifer
Gr	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแกรนิต	Granitic Aquifers
Hl	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดห้วยหินลาด	Huai Hin Lat Aquifers
Ig	ชั้นหินอุ้มน้ำหินอัคนี	Igneous Aquifers
Jmk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราช	Middle Khorat Aquifer
	ตอนกลาง	
Kk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคกกรวด	Khok Kruat Aquifers
KTpt	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดภูทอก	Phu Thok Aquifer
KTpt/Ms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดภูทอก/หินชุด มหาสารคาม	Phu Thok/Maha Sarakham Aquifers
Kuk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราชตอนบน	Upper Khorat Aquifer
Ms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดมหาสารคาม	Maha Sarakham Aquifers
Nd	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดน้ำดุก	Nam Duk Aquifers
Np	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดน้ำพอง	Nam phong Aquifers
Olc	ชั้นหินใต้น้ำชุดหินปูนอายุออร์โดวิ เซียน	Ordovician Limestone Aquifers
Ols	ชั้นหินอุ้มน้ำหินปูนอายุออร์โดวิ เซียน	Ordovician Limestone Aquifer
Ot	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำ	Terrace Deposits Aquifer
Pc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินคาร์บอนเตอายุ เพอร์เมียน	Permian Carbonate Aquifer
Pcl	ชั้นหินอุ้มน้ำหินตะกอนมวลเม็ด อายุเพอร์เมียน	Clastic Sediment Aquifers
PCms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	Permian Carboniferous Metasedments Aquifer
Pemm	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแปรยุคพรีแคม เบรียน	Precambrian Metamorphic Aquifer
Pk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดภูกระดึง	Phu Kradung Aquifers
Pms	หินปูนปนเม็ดทราย และดินเหนียว สีเทาเข้ม สลับกับหินควอร์ตไซต์	Argillaceous limestone, dark gray with argillite and quartzite

HYDROUNT	DESCRIPT_T	DESCRIPT_E
Pp	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดภูพาน	Phuphan Aquifers
Pw	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดพระวิหาร	Phra Wihan Aquifers
Qbs	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนทรายชายหาด	Beach Sand Deposit Aquifer
Qcl	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา	Colluvial Deposits Aquifer
Qcm	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดเชียงใหม่	Chiang Mai Aquifer
Qfd	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา	Floodplain Deposits Aquifer
Qfd(m)	ดินเหนียวชายทะเล	Marine Clay
Qot	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคเก่า	Old Terrace Deposits Aquifer
Qt	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำ	Terrace Deposits Aquifer
Qyt	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่	Younger Terrace Deposits Aquifer
S	ชั้นหินอุ้มน้ำอายุไซลูเรียน	Silurian Aquifers
SDmm	ชั้นหินอุ้มน้ำหินแปร	Silurian-Devonian Metamorphic Aquifer
SDms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	Silurian-Devonian Metasediments Aquifer
Sk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดเสาข้าว	Sao Khua Aquifers
TRc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินคาร์บอนเตอายุไทรแอสซิก	Triassic Carbonate Aquifer
TRJlk	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดโคราชตอนล่าง	Lower Khorat Aquifer
TRLp	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชุดลำปาง	Lampang Aquifer
TRms	ชั้นหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งแปร	Triassic Metasediments Aquifer
Tsc	ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนหินร่วนกึ่งหินแข็ง	Tertiary Semi-consolidated Aquifer
Vc	ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขาไฟ	Volcanic Aquifer
W	แหล่งน้ำ	Water body
No data	ไม่มีข้อมูล	No data