บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

เครื่อง Personal computer

เครื่อง Silicon Graphics Workstation สำหรับ โปรแกรม PCI

เครื่องนำเข้าข้อมูลแบบกราดตรวจ (Scanner)

3.1.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรม SPAN ใช้ในการวิเคราะห์ด้านอุตุนิยมวิทยาได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณฝนเฉลี่ยโดยการสร้างแผนที่ Isohytes

โปรแกรม ARC/INFO และ ARCVIEW ใช้ในการประมวลและแสดงผลข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานในด้านต่าง ๆ

โปรแกรม EASI/PACE ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลดาวเทียมและ Terrain Analysis

โปรแกรม Adope Photoshop ช่วยในการแสดงผลภาพของข้อมูล

โปรแกรม Microsoft Excel V.97 วิเคราะห์และประมวลผลระบบฐานข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า

3.1.3 อุปกรณ์ภาคสนาม

อุปกรณ์สำหรับการสำรวจภาคสนาม ได้แก่ แผนที่สภาพภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร และเครื่องอ่านพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS)

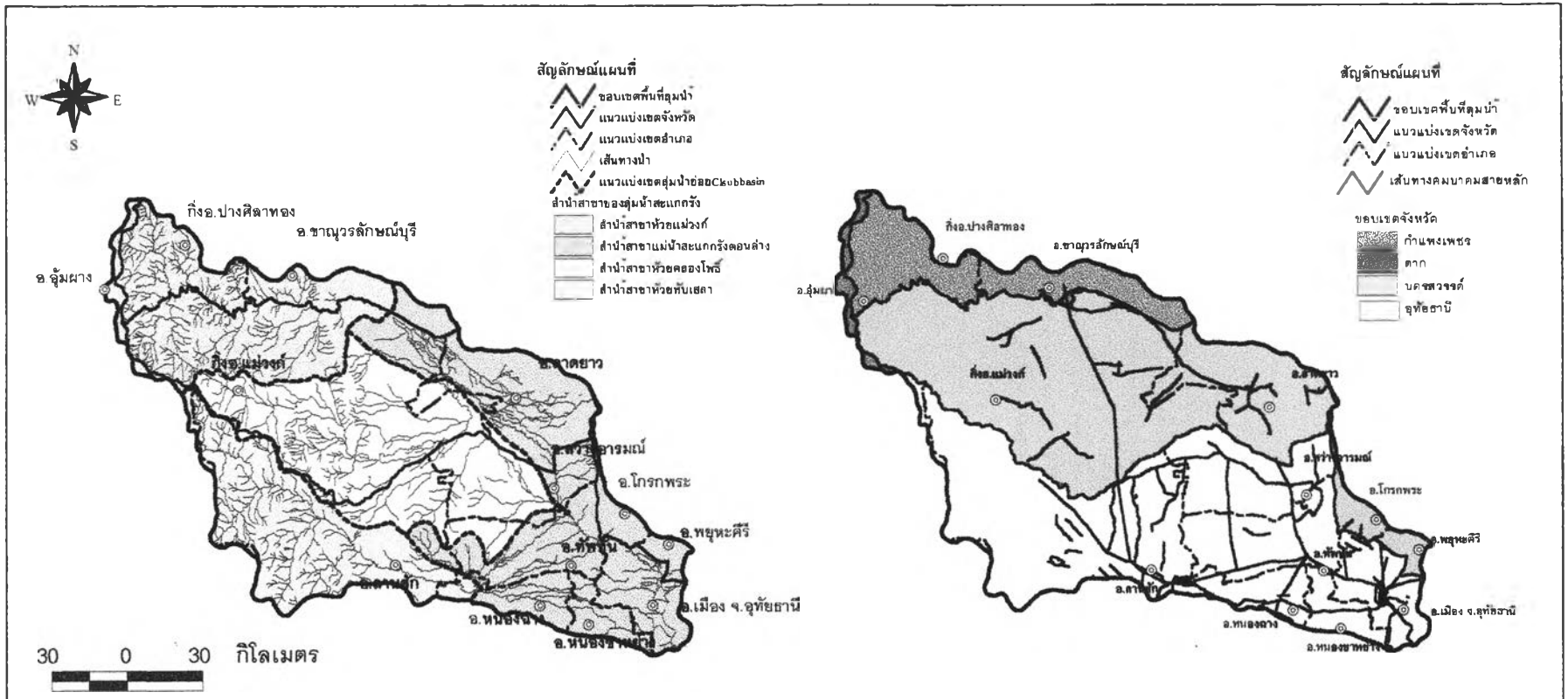
3.2 พื้นที่ศึกษา : ลุ่มน้ำสะแกกรัง

3.2.1 สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำสะแกกรังจัดได้ว่าเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก และเป็นลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำเจ้าพระยา มีขนาดพื้นที่ประมาณ 5228.68 ตาราง พื้นที่ลุ่มน้ำครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดอุทัยธานีและนครสวรรค์ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ 88.02 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำหมด และพื้นที่บางส่วนของจังหวัดตากและกำแพงเพชรนั้นส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ ดังนั้นข้อมูลพื้นฐานในบางหัวข้อและข้อกำหนดเกี่ยวกับนโยบายทางด้านการปกครองและการศึกษาด้านประชากรนั้น จึงอ้างอิงจากข้อมูลในจังหวัดอุทัยธานีและนครสวรรค์เป็นหลัก ลุ่มน้ำสะแกกรังประกอบด้วยลำน้ำสาขาหลัก 4 สาขา ได้แก่ ห้วยแม่วงก์ คลองโพธิ์ ห้วยทับเสลา และสะแกกรัง แสดงดังรูปที่ 3.1

ลุ่มน้ำสะแกกรังตั้งอยู่ทางตอนกลางค่อนไปทางทิศตะวันตกของประเทศไทย และตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของที่ราบเจ้าพระยาตอนกลาง ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีความลาดเทจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก แสดงดังรูปที่ 3.2 โดยพื้นที่ทางทิศตะวันตกส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูง ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำและเขตป่าสงวนแห่งชาติ ทางด้านต้นน้ำของลำน้ำสาขา ทั้ง 3 ได้แก่ ห้วยแม่วงก์ ห้วยทับเสลาและคลองโพธิ์ มีลักษณะเป็นภูเขาสูงและมีความลาดชันมาก จากนั้นความลาดชันของลำน้ำจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อลำน้ำสาขาดังกล่าวไหลลงมาสู่ลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง และออกสู่ที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำ ได้ถูกทำลายมาเกือบโดยตลอด จากที่เคยมีป่าอย่างอุดมสมบูรณ์ ใน พ.ศ. 2504 จังหวัดอุทัยธานีมีจำนวนพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 3,061,875 ไร่ และได้ลดลงมาเรื่อย ๆ ซึ่งในเรื่องนี้รัฐบาลจึงมีนโยบายในการกำหนดรักษาป่าไว้อย่างแน่นอน โดยกำหนดเขตป่าไม้ถาวรแห่งชาติในเขตจังหวัดอุทัยธานี และมีการปลูกสร้างสวนป่าเพิ่มเติม ดังแสดงรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3.3 อย่างไรก็ตามในข้อเท็จจริงสภาพป่าไม้ดังกล่าวบางแห่งไม่มีสภาพป่าหลงเหลืออยู่โดยได้ถูกบุกรุกเปลี่ยนสภาพพื้นที่เพื่อทำการเกษตรและเป็นแหล่งชุมชนอาศัยมาก่อนที่กรมป่าไม้จะประกาศกำหนดให้เป็นเขตพื้นที่ป่าสงวนดังกล่าว (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,2537) ดังเช่นทรัพยากรป่าไม้ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแม่วงก์-แม่เปินตามประกาศกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ.2501) ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 1,016,668.8ไร่ แต่จากการสำรวจจำแนกที่ดินโดยกรมพัฒนาที่ดินในจังหวัดนครสวรรค์ใน พ.ศ. 2519 พื้นที่ป่าไม้ในเขตป่าสงวนแม่วงก์-แม่เปินมีสภาพป่าเหลือประมาณร้อยละ 10 เท่านั้น

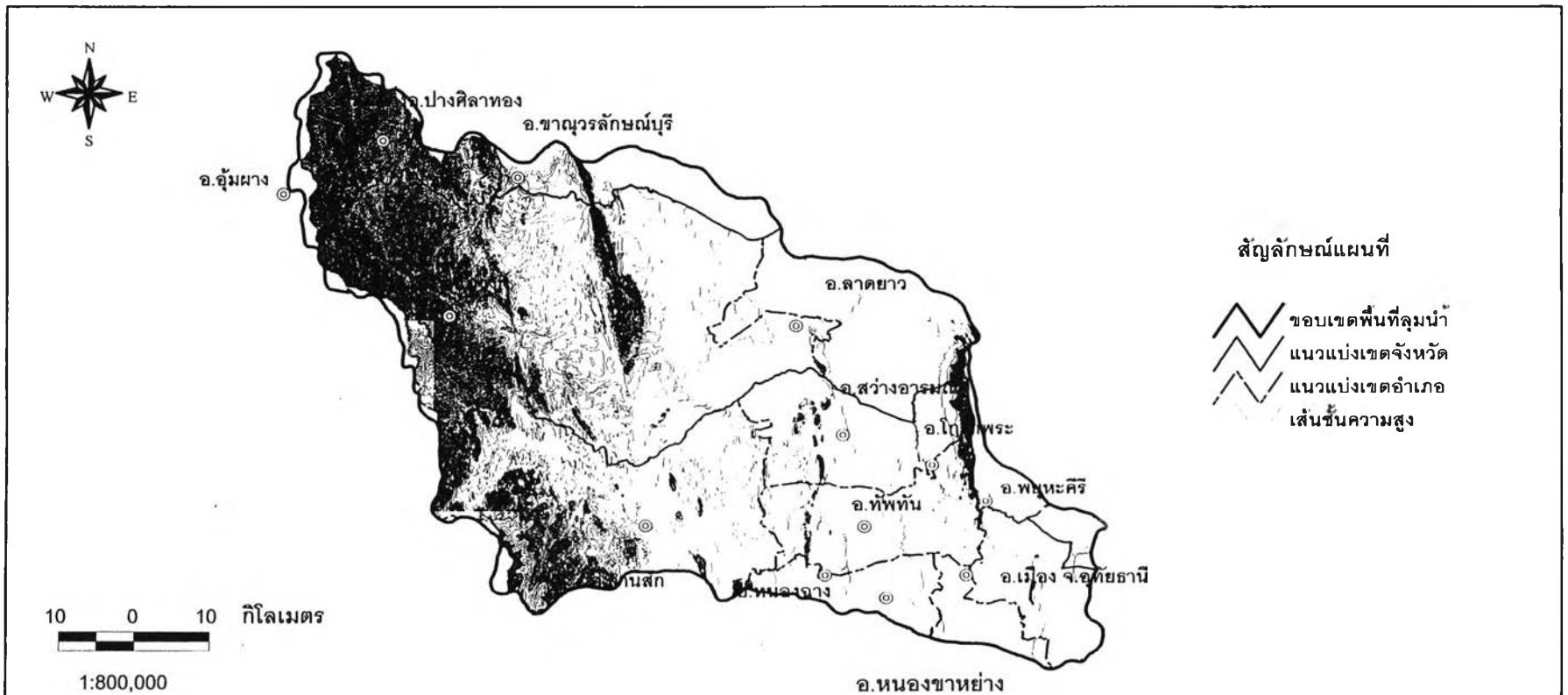


การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
เพื่อการประเมินทรัพยากรน้ำและที่ดินบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง , ประเทศไทย

ศูนย์ศึกษาภัยธรรมชาติและข้อสนเทศเชิงพื้นที่
ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา : ลุ่มน้ำสะแกกรัง

รูปที่ 3.1 พื้นที่ศึกษา : ลุ่มน้ำสะแกกรัง

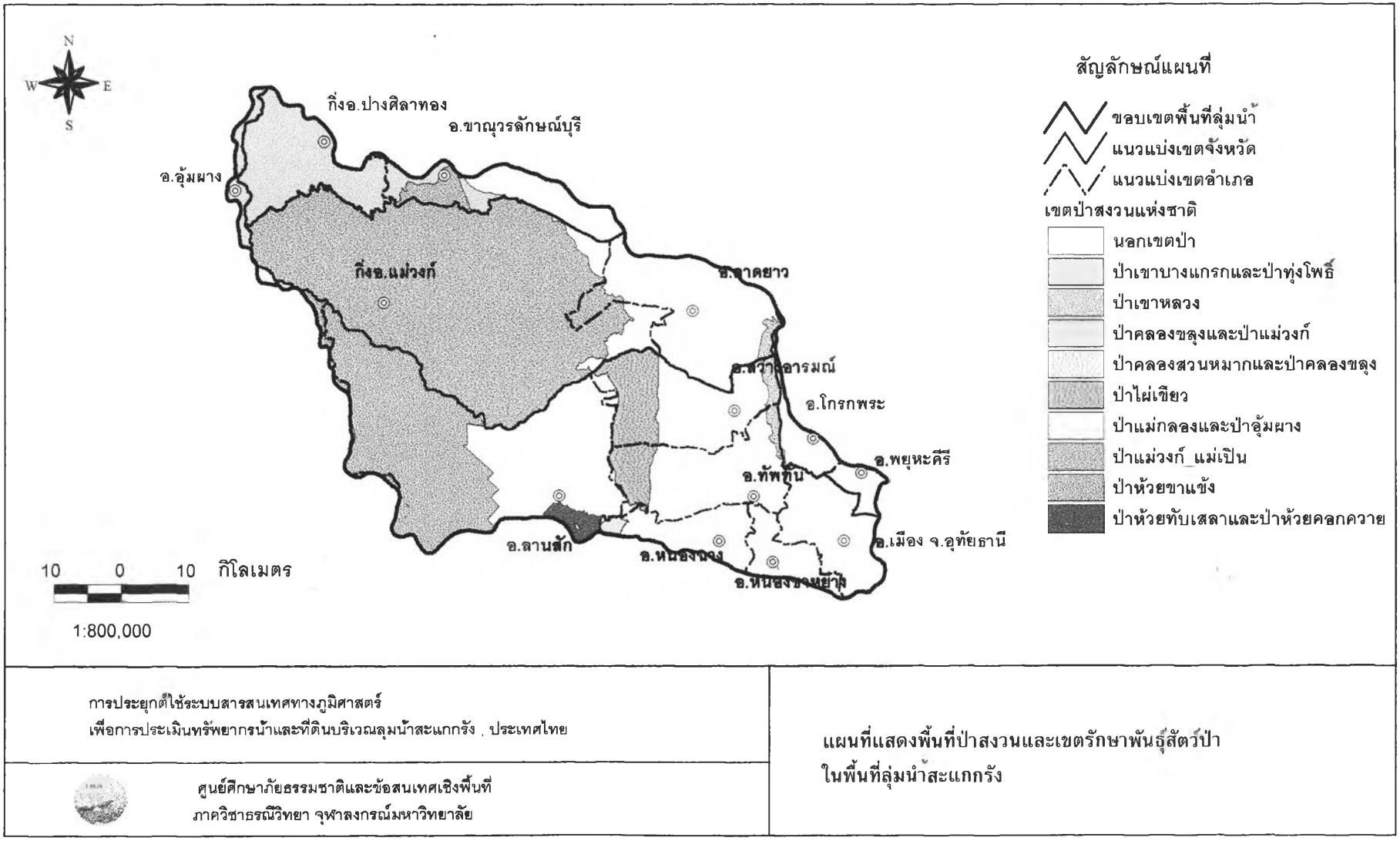


การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
เพื่อการประเมินทรัพยากรน้ำและที่ดินบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง , ประเทศไทย

ศูนย์ศึกษาภัยธรรมชาติและข้อสนเทศเชิงพื้นที่
ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนที่สภาพภูมิประเทศ บริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง

รูปที่ 3.2 สภาพภูมิประเทศ บริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง



การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
เพื่อการประเมินทรัพยากรน้ำและที่ดินบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง , ประเทศไทย

ศูนย์ศึกษาภัยธรรมชาติและข้อสนเทศเชิงพื้นที่
ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนที่แสดงพื้นที่ป่าสงวนและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
ในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง

รูปที่ 3.3 พื้นที่ป่าสงวนและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

3.2.2 สภาพปัญหาในพื้นที่ลุ่มน้ำ

จากเอกสารรายงาน"บรรยายสรุปข้อราชการ จังหวัดอุทัยธานีและจังหวัดนครสวรรค์ 2536 จัดทำโดยสำนักงานจังหวัด ได้กล่าวถึงประเด็นของปัญหาและความต้องการดังนี้

1) ปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน

ปัญหาด้านคมนาคม การเชื่อมโยงระบบคมนาคมของศูนย์กลางการค้าส่วนใหญ่มีทั่วถึงกัน แต่สภาพเส้นทางยังมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถนนที่ใช้สำหรับขนส่งผลผลิตระหว่างหมู่บ้านในชนบท ยังไม่สามารถใช้การได้ตลอดปี จึงเป็นอุปสรรคหนึ่งต่อการพัฒนาจังหวัด

การบริการไฟฟ้า การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำยังครอบคลุมไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะในเขตชนบทที่อยู่ห่างไกลและกระจัดกระจาย จังหวัดอุทัยธานีไม่มีสถานีไฟฟ้าย่อย จึงทำให้ปริมาณไฟฟ้าสำรองมีน้อย กระแสไฟตกและดับบ่อย

การขาดแคลนแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรและอุปโภคบริโภค ปัญหาการขาดแคลนน้ำในกิจกรรมต่างๆ เริ่มทวีความรุนแรงมาตั้งแต่ปลายปี 2534 เป็นต้นมา แหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาในเขตอำเภอและสุขาภิบาล เริ่มประสบปัญหาในเรื่องของปริมาณและคุณภาพของแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิต โดยเฉพาะในเขตอำเภอรอบนอกของจังหวัดอุทัยธานีและอำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ โดยเฉพาะการขาดแคลนแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรและอุปโภคบริโภคในฤดูแล้งและช่วงฝนทิ้งช่วง รวมทั้งระบบชลประทานที่ยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ได้อย่างทั่วถึงส่งผลกระทบต่อเกษตรกรและมีปัญหาผลผลิตลดต่ำลงเนื่องจากขาดแคลนน้ำในช่วงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

2) ปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

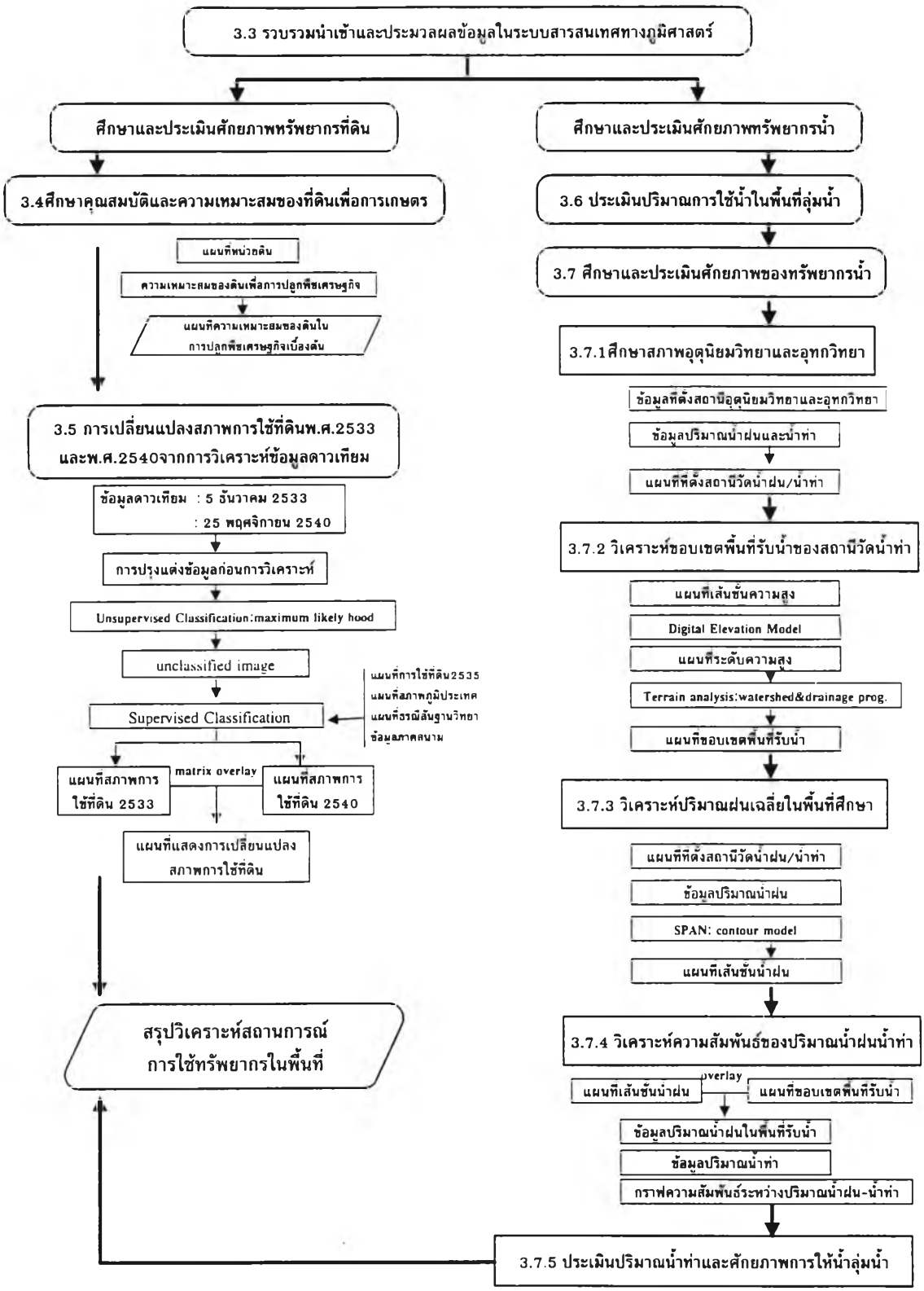
ปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ทั้งนี้เพื่อขยายพื้นที่เพื่อทำการเกษตร การทำไร่เลื่อนลอยทำให้สภาพป่าที่เคยอุดมสมบูรณ์เสื่อมโทรม การตัดไม้ทำลายป่านอกจากจะเป็นการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของชาติแล้ว ยังก่อให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรแหล่งน้ำ การถูกชะล้างหน้าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ การเกิดน้ำท่วมและน้ำป่าไหลหลาก

ปัญหาความเสื่อมโทรมของแม่น้ำสาขาในพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลำน้ำตากแดด แม่น้ำวังม้าและคลองทัพทัน ผลจากการบุกเบิกพื้นที่ในการทำการเกษตรตอนบนและการขยายตัวของชุมชน จึงทำให้

ลำน้ำสาขาหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำมีคุณภาพน้ำต่ำลง เกิดการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในชุมชน และพื้นที่เกษตรกรรมตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ อำเภอทัพทัน อำเภอสว่างอารมณ์ อำเภอหนองขาหย่างและอำเภอหนองฉางเป็นประจำเกือบทุกปี

ปัญหาความเสื่อมโทรมของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเฉพาะในช่วงของแม่น้ำสะแกกรังตอนล่างประชาชนส่วนใหญ่นิยมปลูกบ้านเป็นเรือนแพอยู่ในน้ำ จึงทำให้มีการถ่ายเทของเสียลงสู่ลำน้ำจำนวนมาก ทำให้สภาพของลำน้ำละแกกรังตอนล่างเกิดการเน่าเสียโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากไม่มีการถ่ายเทของน้ำในแม่น้ำสะแกกรังบริเวณตัวอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี และขาดแคลนน้ำในการรักษาสมดุลทางนิเวศวิทยาของลำน้ำโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง

3.3 ขั้นตอนการศึกษา



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการศึกษา

3.4 รวบรวมนำเข้าและประมวลผลข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

1) รวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงบรรยาย จากหน่วยงานราชการและเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	มาตราส่วน	หน่วยงาน	หมายเหตุ
1ข้อมูลเชิงพื้นที่			
1.1 ขอบเขตการปกครอง	1:50,000	กรมควบคุมมลพิษ	Digital data
1. 2 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ	1:250,000	กรมชลประทาน	
1.3 ชุดดิน	1:100,000	กรมควบคุมมลพิษ	Digital data
1.4 พื้นที่อนุรักษ์และเขตป่าสงวน	1:50,000	กรมควบคุมมลพิษ	Digital data
1.7 ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1:50,000	สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม	
1.8 สภาพภูมิประเทศ(เส้นชั้นความสูง)	1:50,000	กรมควบคุมมลพิษ	Digital data
1.9 เส้นทางน้ำจากแผนที่สภาพภูมิประเทศ	1:50,000	กรมควบคุมมลพิษ	Digital data
1.10 เส้นทางคมนาคมจากแผนที่ 1:50,000	1:50,000	กรมควบคุมมลพิษ	Digital data
1.11 ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม รวบรวมในปีพ.ศ.2540	-	กรมควบคุมมลพิษ	Digital data
1.12 ข้อมูลพิกัดที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนและน้ำท่าในลุ่มน้ำและพื้นที่ใกล้เคียง จากหน่วยงานต่าง ๆ รวม 70 สถานี		กรมชลประทาน ,กรมอุตุนิยมวิทยา กรมป่าไม้	
1.13 ข้อมูลดาวเทียม Landsat TM รายละเอียด 30 เมตร บันทึกวันที่ 5 ธ.ค.33 ,10 ก.พ.40, 15 เม.ษ.40,24 ต.ค.ม.40,25 พ.ย.40		กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม	
2.ข้อมูลเชิงบรรยาย			
2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน:เฉลี่ยรายเดือนและน้ำท่า:รายเดือน		กรมชลประทาน	
2.3 ข้อมูลเกณฑ์การจำแนกความเหมาะสมของหน่วยดิน		กรมพัฒนาที่ดิน	
2.4 ข้อมูลจำนวนประชากรพ.ศ.2533,2537 และ2540		สำนักงานสถิติแห่งชาติ	
2.5 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของพืช : นาปี พืชไร่ พืชสวน		กรมชลประทาน	

2)นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่สู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยใช้เครื่องนำเข้าข้อมูลแบบกราดตรวจ (Scanner)

3)สำหรับข้อมูลที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษได้ถูกนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แล้ว โดยใช้ซอฟท์แวร์ ARC/INFO ในระบบ Unix ดังนั้นจึงต้องนำเข้าข้อมูลและแปลงข้อมูลให้อยู่ในระบบของ PC ARC/INFO ก่อนนำมาวิเคราะห์

3) การประมวลและแสดงผลข้อมูล

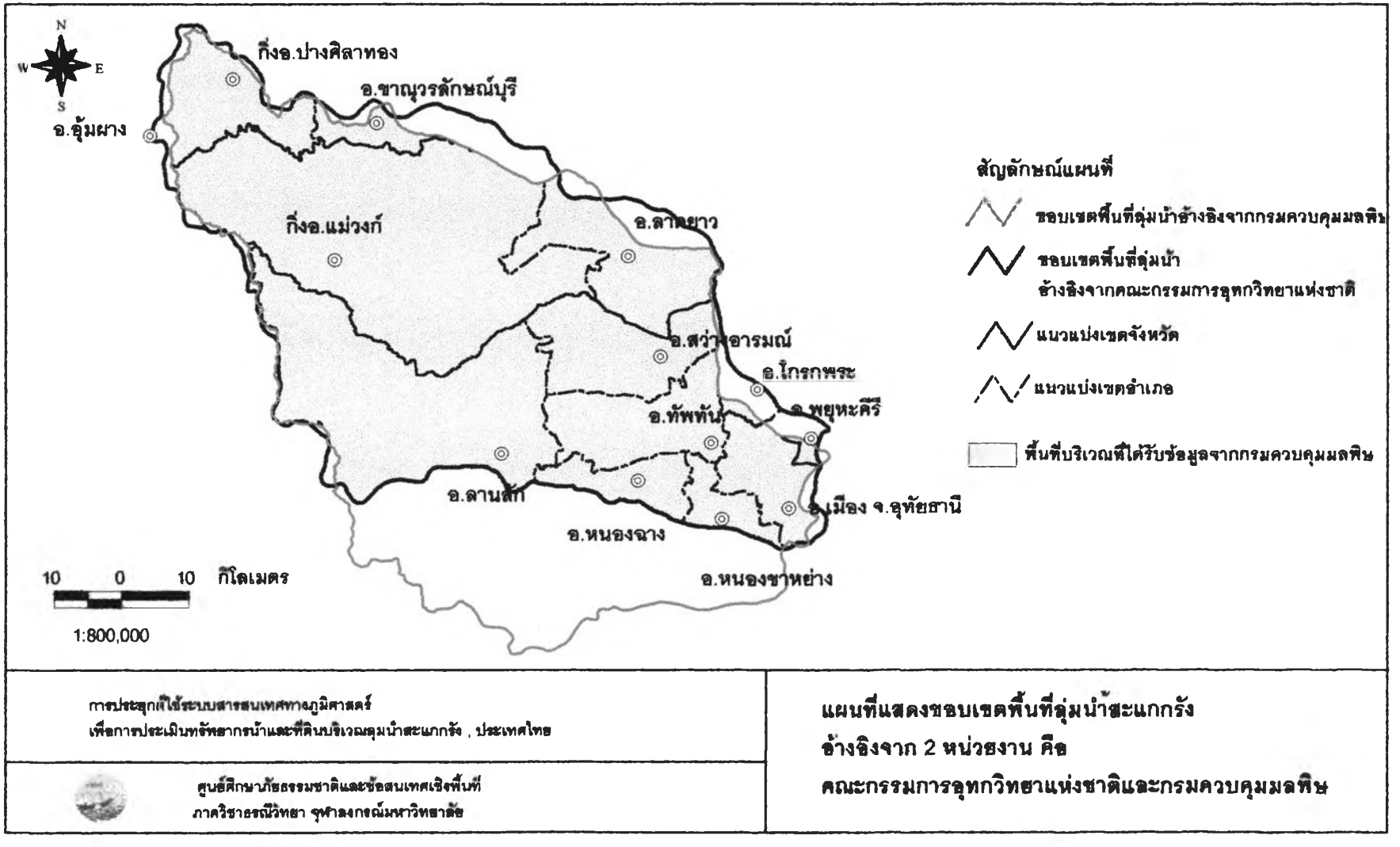
ทำการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายหรือสร้างโทโพโลยี(topology) เพิ่มเติมข้อมูลเชิงบรรยายเพื่ออธิบายคุณลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่

เนื่องจากฐานข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ มีขนาดไม่เท่ากับแผนที่ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำของกรมชลประทาน ซึ่งกำหนดโดยคณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ ซึ่งใช้อ้างอิงในการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ข้อมูลไปบางส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำขาดหายไปเนื่องจากขอบเขตลุ่มน้ำที่ไม่ตรงกันซึ่งคิดเป็นร้อยละ 9.61 ของข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ จึงต้องนำมาประมวลผลก่อนโดยการซ้อนทับข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษกับขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังที่ใช้อ้างอิงในการศึกษา แล้วจึงนำข้อมูลที่อยู่ในขอบเขต พื้นที่ลุ่มน้ำมาศึกษาและวิเคราะห์เชิงพื้นที่ต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.5

3.5 ศึกษาคุณสมบัติและความเหมาะสมของดินเพื่อการเกษตร

ในการศึกษาคุณสมบัติและความเหมาะสมของดินเพื่อการเกษตร พิจารณาจากแผนที่หน่วยดิน ซึ่งได้จากการจัดกลุ่มข้อมูลชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีคุณสมบัติและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน สามารถใช้เป็นตัวแทนกันได้ เข้าไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน ได้แก่ สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน ลักษณะการเรียงตัวและปริมาณของชั้นดิน ลักษณะทางเคมีและปริมาณหรือชนิดของธาตุอาหารพืชในดิน ตลอดจนลักษณะและชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน มาจัดไว้เป็นกลุ่มเดียวกันหรือหน่วยดินเดียวกันรวม 62 กลุ่มดินหรือหน่วยที่ดินโดยอ้างอิงเกณฑ์การจัดกลุ่มจากกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน (ประเทศไทยมีชุดดินประมาณ 300 ชุด) ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นลักษณะและคุณสมบัติของดินในพื้นที่ในภาพรวมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

หลังจากนั้นจึงนำแผนที่แสดงขอบเขตของหน่วยดินหน่วยต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำมาตรวจสอบกับตารางความเหมาะสมของหน่วยที่ดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ จากรายงานความเหมาะสมของดินกับพืชเศรษฐกิจเบื้องต้น ซึ่งจัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน แสดงดังตารางที่ 3.2 และสังเคราะห์แผนที่ความเหมาะสมของดินในการปลูกพืชเศรษฐกิจเบื้องต้น ซึ่งจะบอกถึงความเหมาะสมของที่ดิน ในการปลูกพืชเศรษฐกิจ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือส่งเสริมและชี้แนะทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการตัดสินใจเลือกปลูกพืช และปรับปรุงการใช้ที่ดิน



รูปที่ 3.5 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังอ้างอิงจาก 2 หน่วยงาน คือคณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติและกรมควบคุมมลพิษ

ตารางที่ 3.2 การรวบรวมหน่วยดินที่แสดงพื้นที่ความเหมาะสมของดินกับพืชเศรษฐกิจ

พื้นที่	หน่วยที่ดิน	ความเหมาะสม	ข้อเสนอแนะในการจัดการ
1ก	5, 7, 33B	พื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวบริเวณที่มีแหล่งน้ำหรืออยู่ในเขตชลประทาน สามารถปลูกข้าว พืชผักหรือพืชล้มลุกได้ในฤดูแล้ง	ควรมีการใช้ปุ๋ยบ้าง เพื่อรักษาความสมบูรณ์
1ข	3, 4	พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับข้าว แต่อาจมีน้ำท่วมเสียหายได้ถ้าอยู่นอกเขตชลประทาน	ควรเลือกพันธ์ข้าวที่จะปลูกและวิธีการปลูก (ถ้าอยู่นอกเขตชลประทาน)
1ค	6, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 33B ,40B	พื้นที่เหมาะสมสำหรับข้าว แต่มีหน้าดินค่อนข้างเป็นทรายเสียงต่อการขาดแคลนน้ำและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	ควรมีการใส่ปุ๋ย เพื่อบำรุงดินและเพื่อเพิ่มผลผลิต ทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีควรเลือกพันธ์ข้าวและระยะปลูกให้เหมาะสม
2ก	28B, 29B, 31B, 33, 33B, 36, 36B	พื้นที่ที่เหมาะสมที่จะปลูกพืชไร่ ไม้ผลและไม้ยืนต้นทุกชนิดแต่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ	ควรมีการใส่ปุ๋ย เพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพื่อเพิ่มผลผลิต
2ข	4, 35, 35B, 37B, 38, 38B, 40, 40B, 55B, 56B	พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรรับพืชไร่ และไม้ผลบางชนิดเนื่องจากมีเนื้อดินค่อนข้างเป็นทรายเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำและดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	ควรมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และพืชคลุมดินเพื่อให้ดินสามารภเก็บความชื้นไดดีขึ้นส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีควรจะต้องอัตราและช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อลดการสูญเสียจากการชะล้างของผิวดิน
2ค	37C,37D, 56C, 56D	พื้นที่ที่เหมาะสมปานกลางสำหรับพืชไร่และไม้ผลบางชนิด เนื่องจากดินมีข้อจำกัดคือ เป็นดินลึกปานกลางและอยู่บนสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง	ควรมีการใส่ปุ๋ยบำรุงดิน และเพิ่มผลผลิตต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม ถ้าจะปลูกไม้ผลควรมีการเตรียมหลุมปลูกที่ดี
2ง	43B, 44, 44B, 44C	พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และพืชไร่บางชนิด เนื่องจากดินเป็นทรายจัด เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	ควรมีการใส่ปุ๋ย ทั้งปุ๋ยอินทรีย์ยและปุ๋ยเคมีเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มผลผลิต ถ้าปลูกพืชไร่ควรเลือกชนิดที่ทนแล้ง และขึ้นได้ดีในดินทรายจัด

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) การรวบรวมหน่วยดินที่แสดงพื้นที่ความเหมาะสมของดินกับพืชเศรษฐกิจ

พื้นที่	หน่วยที่ดิน	ความเหมาะสม	ข้อเสนอแนะในการจัดการ
2จ	46B, 47, 47B, 48B, 49, 49B, 52B	พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และไม้ผลบางชนิด เนื่องจากดินมีข้อจำกัด คือเป็นดินตื้น	ควรมีการใช้ปุ๋ยควบคู่กับพืชคลุมดิน ถ้าปลูกไม้ผลจะต้องมีการเตรียมหลุมปลูกที่ดี
2ฉ	46C, 46D, 47D, 48C, 48D, 49C	พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และไม้ผลบางชนิด เนื่องจากดินมีข้อจำกัด คือ เป็นดินตื้น และมีความลาดชันสูง	จำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินควบคู่กับการใช้ปุ๋ยและพืชคลุมดินต้องมการเตรียมหลุมปลูกที่ดีหากต้องการปลูกไม้ผล
3ก	29C, 31C, 31D, 33C, 35D, 36C, 38D, 40C, 40D	พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับไม้ผลและไม้ยืนต้นส่วนใหญ่	ควรมีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมและมีการใช้ปุ๋ย เพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน
3ข	46E, 47E, 48E, 56E	พื้นที่ที่เหมาะสมปานกลางสำหรับไม้ผลและไม้ยืนต้น ทั้งนี้เพราะสภาพพื้นที่มีความลาดชันสูง	จำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ดีควบคู่ไปกับการใช้ปุ๋ย ในการปรับปรุงบำรุงดิน
4	62	เป็นพื้นที่ที่สูงชัน พื้นที่ภูเขาที่ไม่เหมาะในการที่จะนำมาใช้ปลูกพืชเศรษฐกิจ	ควรสงวนไว้เป็นป่าไม้หรือพื้นที่ต้นน้ำ

คำอธิบายสัญลักษณ์ในตารางแสดงความเหมาะสมของดินกับพืชเศรษฐกิจ

สัญลักษณ์แสดงชั้นความเหมาะสมของดิน

1.- ดินมีความเหมาะสม

2.- ดินไม่ค่อยเหมาะสม

3.- ดินไม่เหมาะสม

สัญลักษณ์ประจำหน่วยที่ดิน

B- หน่วยที่ดินนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 2-5%

C- หน่วยที่ดินนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 5-12%

D- หน่วยที่ดินนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 12-20%

E- หน่วยที่ดินนั้นมีเปอร์เซ็นต์ ความลาดชัน 20-25%

3.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำในอดีตและปัจจุบัน เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อมและสภาพทางเศรษฐกิจสังคมของพื้นที่และอาจช่วยประเมินถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลดาวเทียมมาช่วยในการวิเคราะห์ถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเนื่องจากข้อมูลดาวเทียมนั้นสามารถบันทึกข้อมูลในบริเวณเดียวกันในช่วงเวลาต่าง ๆ ทั้งช่วงเวลาในอดีตที่ผ่านมา อีกทั้งกระบวนการในการได้มาของข้อมูลใช้เวลาไม่มากนัก สามารถเลือกช่วงเวลาที่สนใจได้ จึงทำให้ข้อมูลดาวเทียมมีความทันสมัยและสามารถนำมาใช้งานได้ทันต่อเหตุการณ์

ในการศึกษาสภาพการใช้ที่ดินนี้ ทำการศึกษาจากข้อมูลดาวเทียมจากดาวเทียม Landsat ระบบ TM(Thematic Mapper) ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติมี 7 ช่วงคลื่น รายละเอียด 30 เมตร ใน 5 ช่วงเวลาดังนี้

บันทึกในวันที่ 5 ธันวาคม 2533 ,10 กุมภาพันธ์ 2540 , 15 เมษายน 2540 , 24 ตุลาคม 2540 และวันที่ 25 พฤศจิกายน 2540 แสดงดังรูปที่ 3.6

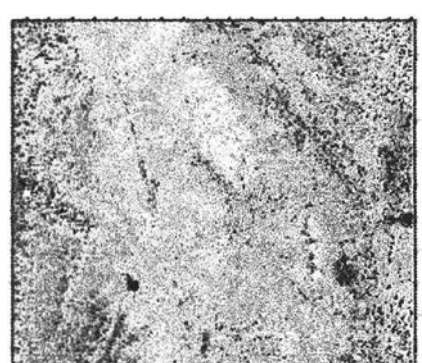
ภาพถ่ายดาวเทียมสีผสม
แบนด์ 5 4 3 (R G B)
บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ
สะแกกรัง

บันทึกวันที่ 5 ธันวาคม 2533

บันทึกวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2540

บันทึกวันที่ 15 เมษายน 2540

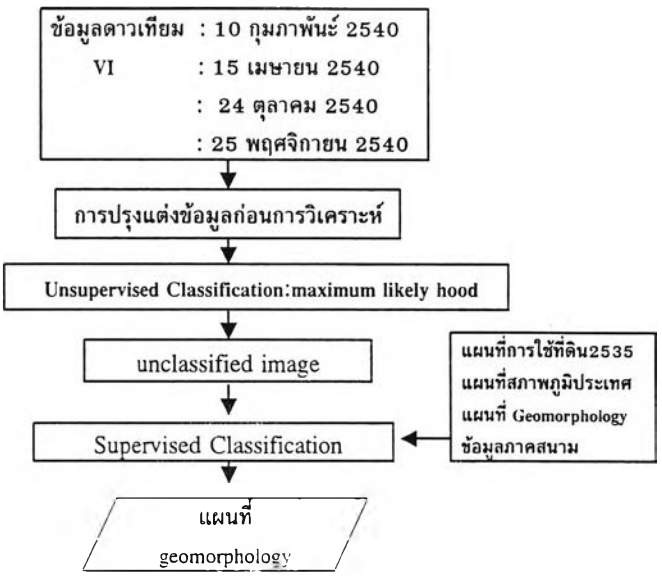
บันทึกวันที่ 24 ตุลาคม 2540



บันทึกวันที่ 25 พฤศจิกายน 2540

รูปที่ 3.6 ข้อมูลดาวเทียม Landsat TM บริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง

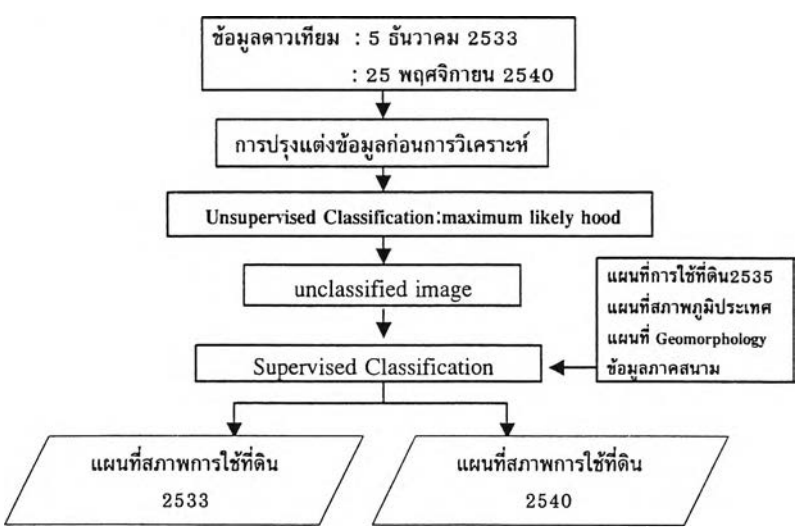
3.6.1 ศึกษาสภาพการใช้ที่ดินในรอบปี



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการศึกษาสภาพการใช้ที่ดินในรอบปี

โดยแผนที่ Geomorphology จะนำไปช่วยในการจำแนกสภาพการใช้ที่ดินในขั้นตอนต่อไป

3.6.2 ศึกษาสภาพการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2533และพ.ศ. 2540



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการศึกษาสภาพการใช้ที่ดิน พ.ศ.2533 และ พ.ศ.2540

การประมวลผลข้อมูลดาวเทียม

1) การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

- เลือกแบนด์และจำนวนแบนด์ โดยที่ค่าความเข้มของวัตถุในแต่ละแบนด์จะไม่เหมือนกัน การเลือกใช้แบนด์ที่เหมาะสม จะช่วยให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องและใช้เวลาไม่มากนัก สำหรับข้อมูล TM ที่ใช้ศึกษาด้านการใช้ที่ดินในการศึกษานี้ใช้ช้อมูล แบนด์ 2,3,4 และ 5 เป็นหลักในการวิเคราะห์

-การแสดงภาพ เรียกข้อมูลจาก ซี.ซี.ที (C.C.T ย่อมาจาก Computer Compatible Tape) มาแสดงเป็นภาพทางจอโทรภาพ โดยการเปลี่ยนค่าตัวเลขในแต่ละช่วง มาเป็นค่าความเข้มของแสงเป็นภาพขาว-ดำ ได้พร้อมกัน 3 แบนด์ และเมื่อให้ความเข้มของแสงเป็นสีต่าง ๆ กันในแต่ละแบนด์ (สีแดง เขียว น้ำเงิน) แล้วนำมาซ้อนกันจะได้ภาพสีผสมขึ้น (Color Composite)

2) การปรุงแต่งข้อมูลให้สมบูรณ์ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1) การแก้ไขความคลาดเคลื่อนโดยการใช้มาตรฐานในการอ้างอิงซึ่งเป็นที่ยอมรับคือแผนที่ ยู.ที.เอ็ม (Universal Transverse Macerator) มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร โดยมีขั้นตอนการแก้ไข ดังนี้

- หาตำแหน่งจุดพิกัดอ้างอิงกับแผนที่ ยู.ที.เอ็ม มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร หรือจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point หรือ G.C.P) จุดพิกัดนี้ คือ จุดภาพที่มีลักษณะเด่น และนำมาใช้เป็นจุดมาตราฐานที่สังเกตเห็นได้ง่าย เช่น จุดตัดของถนน เป็นต้น โดยระบุเป็น แถว(Line) , จุดภาพ(Pixel) ของจุด G.C.P. แต่ละจุดจากข้อมูลดาวเทียม และระบุค่าโคออร์ดิเนต ของจุดดังกล่าวจากแผนที่ ยู.ที.เอ็ม ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยให้จำนวนจุดพิกัดในขบวนการแก้ไขความคลาดเคลื่อนนี้กระจายอย่างสม่ำเสมอครอบคลุมทั้งภาพ

2.2) ขบวนการ Transformation เป็นขบวนการดึงภาพที่บิดเบือนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและใกล้เคียงความเป็นจริง โดยมีจุด G.C.P ที่เลือกไว้เป็นจุดตรึงตำแหน่งต่าง ๆ ในขั้นตอนนี้จะต้องระบุขนาดของจุดภาพของข้อมูลดาวเทียมที่แก้ไขแล้วด้วย ข้อมูล Landsat ระบบ TM มีขนาด 25*25 ตารางเมตรแทน 30*30 ตารางเมตร

2.3) การปรับค่าระดับสีเทา หลังจากการแก้ไขตำแหน่งของข้อมูลดาวเทียมแล้ว ขนาดและตำแหน่งของจุดภาพเปลี่ยนแปลงไปจึงต้องปรับระดับสีเทาของข้อมูลใหม่โดยการ Resampling Interpolation ระดับค่าสีเทาเพื่อให้ได้ระดับค่าสีเทาที่สอดคล้องกับตำแหน่งที่เปลี่ยนแปลง

3) Image Enhancement เป็นขบวนการปรับปรุงหรือเน้นคุณภาพข้อมูลให้เด่นชัดขึ้น เพื่อสะดวกและเพิ่มความถูกต้องในการวิเคราะห์

4) Image Registration การซ้อนข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมดวงเดียวกันทั้ง 5 ช่วงเวลา ทั้งนี้ต้องอาศัยขบวนการการแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิต และให้จุดพิกัดที่แน่นอนของแต่ละภาพให้ซ้อนกันมากที่สุด ซึ่งทำให้สามารถศึกษาความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ละเอียดมากขึ้น

5) การจำแนกประเภทข้อมูล (Image Classification) ในการวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์นั้นต่างจากการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาซึ่งต้องวิเคราะห์เกี่ยวกับโทนสี เนื้อภาพ รูปแบบหรือรูปร่างและขนาด โดยการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์นี้ใช้ค่าทางสถิติหรือทฤษฎีในทางสถิติเป็นสิ่งอ้างอิงในการตัดสินใจ แนวคิดที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจำแนกประเภทของการใช้ที่ดิน คือ Multilevel (multistage) approach ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีการกำหนดมาตราส่วนหรือจัดลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ออกเป็นลำดับชั้นต่าง ๆ

โดยขั้นตอนแรกในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมทำการจำแนกประเภทข้อมูลออกเป็นประเภทใหญ่ก่อน เช่น จำแนกพื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ พื้นที่การเกษตร พื้นที่ชุมชนเมืองขนาดใหญ่ เป็นต้น หลังจากนั้นจึงจำแนกข้อมูลในลำดับชั้นที่ 2 โดยในส่วนพื้นที่การเกษตร จำแนกออกเป็นพื้นที่นาข้าว พืชไร่ พืชสวน เป็นต้น โดยนำข้อมูลจากฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจภาคสนามมาประกอบในการจำแนกประเภทด้วย

5.1) เนื่องจากวัตถุแต่ละชนิดมีการสะท้อนหรือดูดซึมพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลแบนด์เดียวอาจจำแนกประเภทข้อมูลได้ไม่ชัดเจนนัก จำเป็นต้องใช้ข้อมูลหลายแบนด์มาใช้วิเคราะห์หรือมาผสมกันเรียกว่า False Color Composite (FCC.) ซึ่งเป็นแนวคิดแบบ Multispectral (multiband) approach โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลในช่วงคลื่นที่ 3 และ 4 มาศึกษาร่วมกันเพื่อแสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งน้ำ ป่าไม้ และสามารถจำแนกพืชพรรณในพื้นที่การเกษตรในพื้นที่ลุ่มและที่ดอนซึ่งมีลักษณะการทำการเกษตรและพืชพรรณที่แตกต่างกัน โดยนำข้อมูลแบนด์ 3 และ 4 มาวิเคราะห์โดยใช้สูตร Vegetation Index หรือดัชนีพืชพรรณ ดังสมการ

Vegetation Index = [(band4-band3)/(band4+band3)]*128+127.5

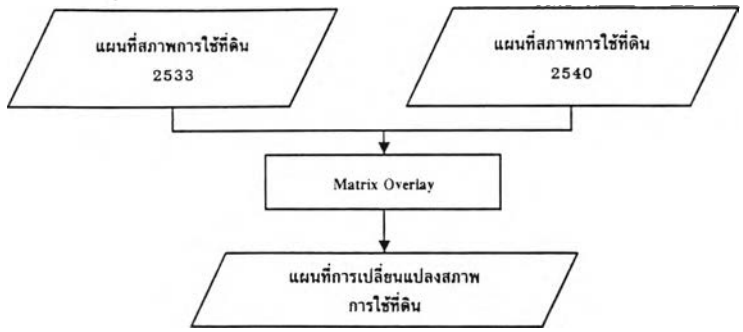
5.2) จำแนกประเภทข้อมูลชั้นแรกนั้น โดยวิธี Unsupervised Classification คือ การจำแนกข้อมูลโดยการกำหนดพื้นที่ข้อมูลให้มีหลายๆ ประเภทข้อมูลภายในพื้นที่ข้อมูลตัวอย่าง โดยกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะแบ่งกลุ่มข้อมูลตามลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นโดยใช้ทฤษฎีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Maximum Likelihood Classification ซึ่งจะพิจารณาค่า Mean Vector และ Covariance Matrix ของข้อมูลแต่ละประเภท และตั้งสมมติฐานว่าข้อมูลแต่ละประเภทมีการกระจายแบบ Normal Distribution แล้วจึงคำนวณค่า Probability ของแต่ละจุดภาพว่าจะถูกจำแนกอยู่ในประเภทข้อมูลใด

5.3) การสำรวจภาคสนาม โดยการเก็บข้อมูลตัวอย่างในบริเวณต่างๆของกลุ่มข้อมูลที่ทำการจำแนกในขั้นแรก เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูลในขั้นที่2 และเป็นการตรวจสอบผลการจำแนกข้อมูลเบื้องต้น อย่างไรก็ตามในการสำรวจภาพสนามในพื้นที่ศึกษามีข้อจำกัดในด้านของเส้นทางคมนาคม ทำให้ไม่สามารถเข้าไปได้ในบางพื้นที่ ได้แก่ บริเวณพื้นที่ป่าไม้หรือภูเขาสูง หรือบริเวณที่ไม่มีเส้นทางคมนาคมเข้าถึง จึงรวบรวมข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดินเขต 9 จังหวัดนครสวรรค์เพิ่มเติม

5.4) จัดกลุ่มข้อมูลขั้นที่2 โดยวิธี Supervised classification โดยการนำข้อมูลทุติยภูมิได้แก่ ข้อมูลจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้แก่ แผนที่สภาพภูมิประเทศและแผนที่เฉพาะเรื่อง รวมทั้งข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามมาประกอบ ในการจำแนกประเภทข้อมูลในขั้นที่สอง และสังเคราะห์แผนที่สภาพการใช้ที่ดิน พ.ศ.2533และสภาพการใช้ที่ดิน พ.ศ.2540

3.6.3 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินในอดีตและปัจจุบัน

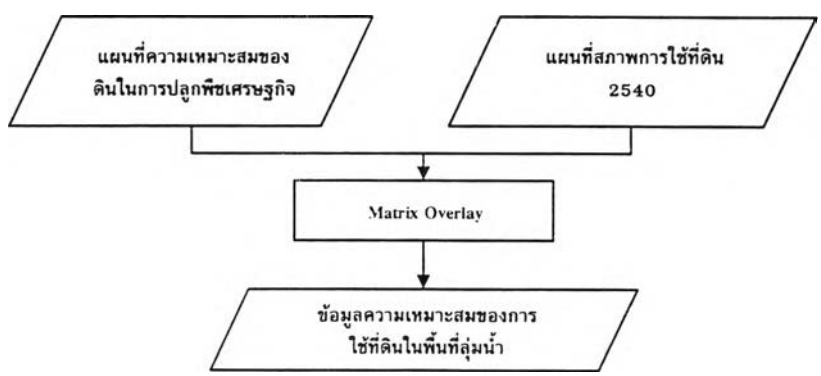
ใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล(Overlay)แบบแมตทริกซ์ โดยซ้อนทับข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน พ.ศ.2533 กับข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน พ.ศ.2540 ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเพื่อประเมินสภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน

3.6.4 ประเมินความเหมาะสมของสภาพการใช้ที่ดิน

ประเมินความเหมาะสมของสภาพการใช้ที่ดิน โดยการซ้อนทับข้อมูล(overlay)แบบแมตทริกซ์ โดยซ้อนทับข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน พ.ศ.2540 กับแผนที่ความเหมาะสมของดินในการปลูกพืชเศรษฐกิจเบื้องต้น



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการประเมินความเหมาะสมของสภาพการใช้ที่ดิน

3.7 ประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ

3.7.1 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค

การศึกษาปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค วิเคราะห์จากปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของประชากรในพื้นที่ พ.ศ.2540 โดยพิจารณาจากอัตราการใช้น้ำซึ่งอ้างอิงจากรายงาน "Thailand Country Profile on Drinking Water Supply and Sanitation" สิงหาคม 2532 โดยคำนวณปริมาณการใช้น้ำจากอัตราการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของประชากรในพื้นที่ซึ่งแบ่งเป็น

ในเขตเทศบาลมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 100 ลิตร/คน/วัน และนอกเขตบริการของการประปาส่วนภูมิภาคหรือนอกเขตเทศบาลมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 50 ลิตร/คน/วัน

3.7.2 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม

ในการศึกษาครั้งนี้ได้อ้างอิงข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืชจากการคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช ซึ่งถือว่ามีค่าคงที่โดยโปรแกรม CROPWAT Version4.1 ซึ่งพัฒนาโดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) อ้างถึงในรายงานการศึกษาศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำสะแกกรังโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศและข้อมูลการส่องสว่างของดวงอาทิตย์ ของสถานีอำเภอเมืองนครสวรรค์ของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่ใกล้ที่สุดกับพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยการคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช แบ่งออกเป็น 3ประเภทคือ ข้าว (Paddy) และพืชไร่(Upland Crop)และไม้ผล ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ปริมาณการใช้น้ำของพืช : นาข้าว พืชไร่ พืชสวน

ชนิดพืช	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.ต่อไร่)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
นาปี	0	0	0	0	0	0	467	258	227	296	162	54	1565
พืชไร่	44	0	0	150	228	187	226	48	97	164	214	191	1549
ไม้ผล	193	256	313	324	291	254	235	214	190	188	182	179	2841

ที่มา : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ,2537

โดยคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตรจากข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืชค่อไร่กับพื้นที่การเกษตรจากแผนที่สภาพการใช้ที่ดินพ.ศ.2540 ที่จำแนกได้จากข้อมูลดาวเทียม

3.7.3 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม

อ้างอิงปริมาณการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมจากรายงานการศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย(2533) โดย JICA (Japan International Cooperation Agency) เสนอต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในการศึกษาได้จำแนกประเภทของโรงงานออกเป็น 5 ประเภท คือ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมเคมีและอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ปริมาณการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมทั้ง 5 ประเภท(ลบ.ม./วัน)

Industry	Consumption of water (including Recovered Water)	Consumption of Make-up Water	Total
Food	3,309	502	3,811
Paper	5,871	3,769	9,642
Textile	9,595	1,947	11,542
Metal	1,758	430	2,188
Chemical	3,729	368	4ล097

ที่มา : JICA, 1989.

3.7.4 ปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านอื่น ๆ

ได้แก่ ความต้องการใช้น้ำด้านการท่องเที่ยวหรือการผลิตกระแสไฟฟ้า อย่างไรก็ตามจากการตรวจเอกสารเบื้องต้นพบว่าภาคการใช้น้ำด้านการเกษตรเป็นภาคการใช้น้ำที่มีสัดส่วนสูงเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับภาคการใช้น้ำด้านอื่น ๆ ดังนั้นในการศึกษาจึงมุ่งเน้นพิจารณาด้านความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตรเป็นอันดับแรก

3.8 ศึกษาและประเมินศักยภาพทรัพยากรน้ำ

3.8.1 ศึกษาสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

1) รวบรวมและนำเข้าข้อมูลที่ตั้งสถานีตรวจวัดน้ำฝนและปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปีและข้อมูลปริมาณน้ำฝนของแต่ละสถานีเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในขั้นตอนต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการรวบรวมและนำเข้าข้อมูลพิกัดที่ตั้งและข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนของหน่วยงานต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังและพื้นที่ใกล้เคียงโดยรอบพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเฉพาะในบริเวณที่มีการกระจายของสถานีไม่สม่ำเสมอ รวม 70 สถานี ประกอบด้วย

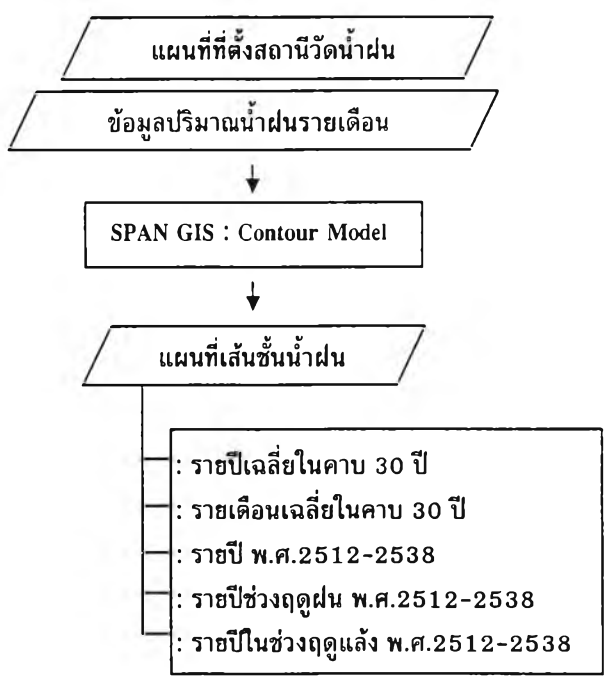
- สถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน 59 สถานี

- สถานีวิจัยพันธุ์สัตว์ป่าของกรมป่าไม้ 1 สถานี
- สถานีอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา 10 สถานี
- อีกทั้งได้กำหนดจุดอ้างอิงเพิ่มเติมในตำแหน่งมุมทั้ง 4 ของกรอบพื้นที่ศึกษา และข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของจุดดังกล่าวจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนซึ่งแสดงบนแผนที่แสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทยในคาบ 30 ปี ของกรมอุตุนิยมวิทยา

2) รวบรวมและนำเข้าข้อมูลที่ตั้งสถานีตรวจวัดน้ำท่าและปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ

รวบรวมและนำเข้าข้อมูลพิกัดที่ตั้งของสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังและปริมาณน้ำท่ารายเดือนและน้ำท่ารายปี จากกรมชลประทาน เข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาตร์ จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังมีสถานีตรวจวัดน้ำท่ารวมทั้งสิ้น 11 สถานี ซึ่งมีเพียง 3 สถานีที่มีการวัดข้อมูลมาถึงปัจจุบันและมีช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลยาวนาน เกิน 10 ปี ได้แก่ สถานีCt.5a ห้วยแม่วงก์ สถานีCt.7ห้วยคลองโพธิ์ และสถานีCt.9ห้วยทับเสลา นอกนั้นจะเป็นการวัดข้อมูลในระยะสั้น ๆ ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติและในบางสถานีไม่มีการดำเนินการตรวจวัดข้อมูลในปัจจุบัน ซึ่งนับได้ว่าเป็นข้อจำกัดประการหนึ่งในการทำการศึกษาครั้งนี้

3.8.2 วิเคราะห์ปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 3.11 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณฝนเฉลี่ย

จากลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งมีพื้นที่เป็นภูเขาสูงและมีปัญหาเกี่ยวกับที่ตั้งและการกระจายตัวของสถานีตรวจวัดน้ำฝนซึ่งมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอในบางพื้นที่ เช่น พื้นที่บริเวณที่เป็นภูเขาสูงจึงมีจำนวนสถานีน้อยกว่าบริเวณที่ราบ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้วิธีการคำนวณความลึกสม่ำเสมอเทียบเท่าของน้ำฝน ด้วยวิธีการเฉลี่ยด้วยเส้นชั้นน้ำฝน (Isohytes) ซึ่งเหมาะสำหรับลักษณะภูมิประเทศและข้อจำกัดด้านการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง

การศึกษาครั้งนี้จึงนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์เส้นชั้นน้ำฝน อย่างไรก็ตามโดยหลักการการเขียนเส้นชั้นน้ำฝนนั้น ผู้วิจัยควรนำความรู้ด้านลักษณะภูมิประเทศ โดยเฉพาะอิทธิพลของภูเขาที่มีต่อปริมาณน้ำฝนมาพิจารณาด้วย การวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์จะใช้พารามิเตอร์ คือ ที่ตั้งสถานีและปริมาณน้ำฝนในการเขียนเส้นชั้นน้ำฝน ซึ่งอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ ดังนั้นในการลากเส้นชั้นน้ำฝนครั้งนี้ จึงใช้ข้อมูลจากสถานีในพื้นที่ใกล้เคียงโดยรอบพื้นที่ลุ่มน้ำออกไป เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังนำเข้าพิกัดที่ตั้งสถานีตรวจวัดน้ำฝนทั้ง 70 จุด จุดอ้างอิง 4 จุด และข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานี จึงนำข้อมูลดังกล่าวมาสังเคราะห์ข้อมูลการกระจายตัวของน้ำฝนหรือเส้นชั้นน้ำฝน โดยใช้ซอฟท์แวร์ SPAN วิเคราะห์ข้อมูลใน 5 กลุ่มด้วยกัน คือ

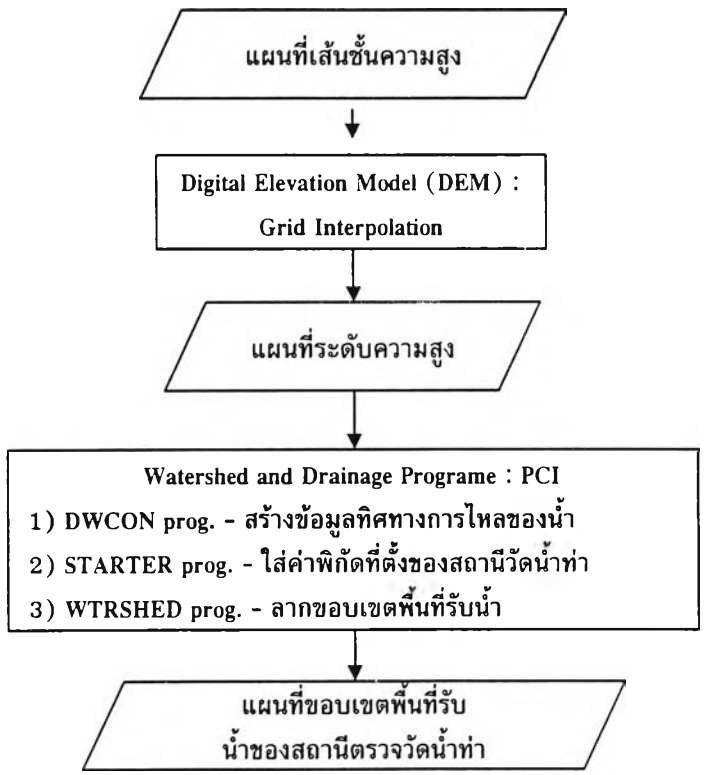
1) เส้นชั้นน้ำฝนรายปีเฉลี่ยในคาบ 30 ปี โดยสร้างเส้นชั้นน้ำฝนทุก 200 มม.
2) เส้นชั้นน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยในคาบทั้ง12เดือนโดยสร้างเส้นชั้นน้ำฝนเฉลี่ยทุก 40 มม.
3) เส้นชั้นน้ำฝนรายปี ในปีพ.ศ.2512 ถึง พ.ศ.2538
4) เส้นชั้นน้ำฝนรายปี ในช่วงฤดูฝน(เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม) ในปีพ.ศ.2512 ถึง พ.ศ.2538
5) เส้นชั้นน้ำฝนรายปี ในช่วงฤดูแล้ง(เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน)ในปี พ.ศ.2512 ถึง พ.ศ.2538

หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลเส้นชั้นน้ำฝนเฉลี่ยทั้ง 5 กลุ่มมาวิเคราะห์ปริมาณฝนเฉลี่ยโดยคำนวณจากสูตร

ปริมาณฝนเฉลี่ย = $\sum$(ปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน x พื้นที่ระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน)/พื้นที่รับน้ำฝน

โดยการศึกษาในกลุ่มที่1และ2 นำไปวิเคราะห์สภาพทางอุตุนิยมวิทยาและลักษณะการกระจายตัวของน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา สำหรับกลุ่มที่ 3 ,4 และ 5 นำไปใช้สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าในขั้นตอนต่อไป

3.8.3 วิเคราะห์ขอบเขตพื้นที่รับน้ำของสถานีตรวจวัดน้ำท่า



รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการวิเคราะห์ขอบเขตพื้นที่รับน้ำ

1) สังเคราะห์ข้อมูลระดับความสูงเชิงพื้นที่ (Elevation Data)

โดยใช้แบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลขหรือ Digital Elevation Model(DEM) มาวิเคราะห์ข้อมูลเส้นชั้นความสูงและจุดระดับความสูงโดยใช้ซอฟท์แวร์ PCI ในส่วนของ Terrain analysis โดยใช้วิธี Grid Interpolation หลังจากนั้นจึงปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลระดับความสูงเชิงตัวเลข โดยการผ่านขั้นตอนการกรองสัญญาณรบกวนทางดิจิตอล (Filtering) เพื่อขจัดความผิดพลาด(error)ในระหว่างการวิเคราะห์ข้อมูล

2) เขียนขอบเขตพื้นที่รับน้ำของสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ

วิเคราะห์โดยการใช้โปรแกรม Watershed and Drainage บนซอฟต์แวร์ PCI ซึ่งเป็นโปรแกรมในการลากขอบเขตลุ่มน้ำ ลุ่มน้ำย่อยหรือพื้นที่รับน้ำ หลักการของโปรแกรมนี้ พัฒนามาจากหลักการเดียวกันกับ Mark และคณะ (1984) ที่ได้กล่าวไว้ในภาคผนวก ก หลักการเบื้องต้นของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในหัวข้อแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 1	DWCON Program
ขั้นที่ 2	STARTER Program
ขั้นที่ 3	WTRSHED Program

โปรแกรม DWCON (Drainage Watershed Conditioning Program) เป็นโปรแกรมเริ่มต้นโดยนำข้อมูลระดับความสูง(Elevation data) เป็นข้อมูลนำเข้า มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่

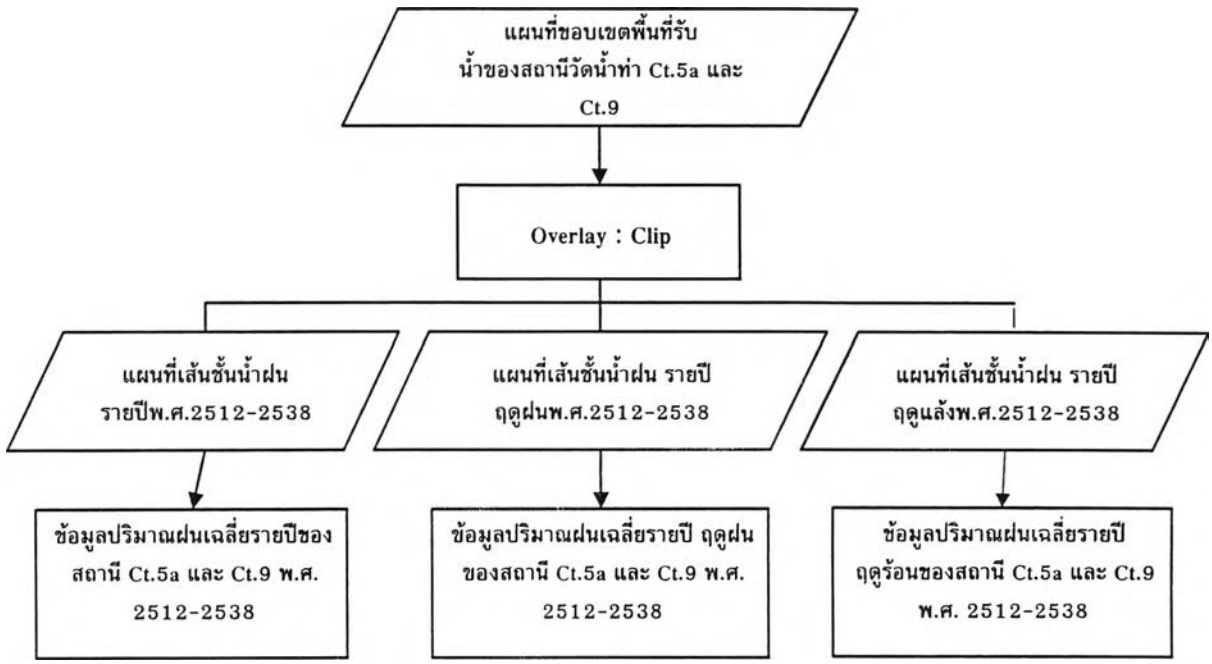
- Depressionless DEM เป็นข้อมูลซึ่งผ่านกระบวนการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลบางจุดหรือบางช่องกริดที่เกิดการผิดพลาดอันอาจเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนการสังเคราะห์ข้อมูลระดับความสูง
- Flow Direction และ Flow Accumulation Channel ข้อมูลทิศทางการไหลของลำน้ำ

โปรแกรม STARTER (Watershed Starter Cell)

ใส่พิกัดที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าทั้ง 11 สถานี เป็นจุดเซลเริ่มต้น (starting cell) หรือจุดน้ำออก(outflow point) เพื่อคำนวณและลากขอบเขตพื้นที่รับน้ำของสถานีตรวจวัดน้ำท่าในบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรังในขั้นตอนต่อไป

โปรแกรม WTRSHED (Watershed from Elevation Data) นำข้อมูลจากโปรแกรม DWCON และข้อมูล Starting cell จากโปรแกรม STARTER มาลากขอบเขตของพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดน้ำท่า โดยใช้หลักการที่ได้กล่าวไว้ในภาคผนวก ก

3.8.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของน้ำฝน-น้ำท่า



รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยในขอบเขตพื้นที่รับน้ำของสถานีตรวจวัดน้ำท่า

1) คำนวณหาปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่รับน้ำ

ภายหลังการเขียนของเขตพื้นที่รับน้ำของสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแล้ว จึงนำข้อมูลขอบเขตพื้นที่รับน้ำของแต่ละสถานีไปซ้อนทับ (Overlay)แบบ Clip กับข้อมูลเส้นชั้นน้ำฝนเฉลี่ยกลุ่มที่ 3 ,4 และ 5 ได้แก่ ข้อมูลการกระจายตัวของฝนรายปี ฝนรายปีในช่วงฤดูฝนและฝนรายปีในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่พ.ศ.2512-2538 ที่สังเคราะห์ขึ้นในหัวข้อที่ 3.8.2

ผลที่ได้จากการซ้อนทับข้อมูล จะได้ข้อมูลการกระจายของน้ำฝนเฉพาะที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่รับน้ำที่นำไปซ้อนทับ แล้วจึงคำนวณปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่รับน้ำของแต่ละสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยอาศัยหลักการวิธีเฉลี่ยด้วยเส้นชั้นน้ำฝน ดังที่กล่าวมาข้างต้น

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่านี้ นำวิธีทางสถิติเข้ามาช่วยในการศึกษา โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่าปริมาณน้ำฝนและน้ำท่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ซึ่งมีลักษณะที่ใกล้

เคียงกับสภาพตามธรรมชาติเนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษาเป็นพื้นที่บริเวณต้นน้ำ ดังนั้นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าได้แก่ปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกกรณีศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังใน 2 บริเวณด้วยกัน ได้แก่ พื้นที่บริเวณลำน้ำสาขาห้วยแม่วงก์ ซึ่งเป็นพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำตอนบนและเป็นพื้นที่ต้นน้ำ ซึ่งยังมีการพัฒนาไม่มากนัก และพื้นที่บริเวณลำน้ำสาขาห้วยทับเสลา ซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่ซึ่งมีการพัฒนาไปบางส่วน โดยปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ทั้ง 2 บริเวณ ได้จากการตรวจวัดของสถานีตรวจวัดน้ำท่า Ct.5a. ห้วยแม่วงก์ สถานีตรวจวัดน้ำท่า Ct.9.ห้วยทับเสลา ซึ่งเป็นสถานีที่มีการตรวจวัดปริมาณน้ำท่าที่ยาวนานกว่าสถานีอื่น ๆ และยาวนานมากกว่า 10 ปี

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของน้ำฝน-น้ำท่าเพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำท่านี้ แบ่งเป็น 3 ช่วงเวลาได้แก่ ความสัมพันธ์รายปี รายปีในช่วงฤดูฝนและรายปีในช่วงฤดูแล้ง ของพื้นที่ทั้ง 3 สถานีข้างต้น และทำการเปรียบเทียบการกระจายของกลุ่มข้อมูลโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$r = N\sum xy - (\sum x)(\sum y) / \sqrt{[N\sum x^2 - (\sum x)^2][N\sum y^2 - (\sum y)^2]}$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าอยู่ระหว่าง $-1 < r < 1$ ซึ่งหากค่า r เป็นบวกแสดงว่า y และ x มีความสัมพันธ์เป็นแบบปฏิภาคตรง คือ ค่า y จะเพิ่มขึ้นเมื่อค่า x เพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากค่าเป็นลบ แสดงว่าค่า y และ x มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคส่วนกลับหรือผกผัน และในกรณีที่ค่า r เข้าใกล้ 1 หรือ -1 แสดงว่าค่า y และ x มีความสัมพันธ์เป็นอย่างดี ถ้าค่า r เข้าใกล้ 0 แสดงว่าค่า y และ x มีความสัมพันธ์กันน้อยหรือแทบไม่มีเลย โดยทั่วไปแล้วในด้านอุทกวิทยา ค่า r ควรมากกว่า 0.6 จึงจะถือว่า y และ x มีความสัมพันธ์กันอย่างยอมรับได้

3.8.5 การประเมินปริมาณน้ำท่าและศักยภาพในการให้น้ำของลุ่มน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการประเมินปริมาณน้ำท่ารวมทั้งลุ่มน้ำและศักยภาพการให้น้ำของลุ่มน้ำ โดยตั้งสมมติฐานว่าปริมาณน้ำฝนและน้ำท่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง จึงเลือกใช้แบบจำลองรีเกรชชั่นเชิงเส้นตรงอย่างง่าย เป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม คือ ปริมาณน้ำท่า (y) โดยมีตัวแปรอิสระคือ ปริมาณน้ำฝน (x) ดังนี้

$$y = a + bx$$

a และ b คือ ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชชั่นซึ่งคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$a = (\sum x)(\sum x^2) - (\sum x)(xy) / N\sum x^2 - (\sum x^2)$$

$$b = N\sum xy - (\sum x)(\sum y) / N\sum x^2 - (\sum x)^2$$

หลังจากนั้นจึงนำสมการเชิงเส้นตรงอย่างง่ายโดยขยายผลจากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าในกรณีของพื้นที่ศึกษา พัฒนามาใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าโดยรวมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ และศักยภาพในการให้น้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำ(Basin yield) โดยการคำนวณจากปริมาณน้ำท่า ณ จุดน้ำออก(Out let) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแล้วหารด้วยพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำ มีหน่วยเป็น ปริมาตร/เวลา/พื้นที่