



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง
ความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท

โดย นางสาวชฎา ณรงค์ฤทธิ์ และคณะ

30 พฤศจิกายน 2547

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาาระบบฐานข้อมูล และการสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท

คณะผู้วิจัย

- นางสาวชฎา ณรงค์ฤทธิ์
- นายจรัญธร บุญญานุภาพ
- นางสาวสุตารัตน์ เจียมยังยืน
- นายชนินทร์ อัมพรสถิร
- นายสีไธ ยี่สุนแสง

สังกัดคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชุดโครงการวิจัยเครือข่ายวิจัยและพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัย "การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท" ซึ่งดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2545 ถึง 30 พฤศจิกายน 2547 รวมระยะการดำเนินการทั้งสิ้น 2 ปี โดยการสนับสนุนทุนวิจัยจากเครือข่ายวิจัยและพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.) ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เนื้อหาของรายงานแบ่งออกเป็น 8 บท ประกอบด้วยบทที่ 1 ระบบฐานข้อมูลและโครงสร้างข้อมูล บทที่ 2 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดน้ำ บทที่ 3 แบบจำลองสมดุลน้ำ บทที่ 4 แบบจำลองความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูก บทที่ 5 แบบจำลองความต้องการน้ำประปา บทที่ 6 การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล บทที่ 7 โปรแกรมคำนวณ และบทที่ 8 บทสรุป

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณนักวิชาการทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ยิ่งต่อการวิจัย ขอขอบคุณตัวแทนจากหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและข้อคิดเห็นที่ทำให้การวิจัยและพัฒนาเป็นไปในทิศทางที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งานมากขึ้น

คณะผู้วิจัย

30 พฤศจิกายน 2547



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	vii
สารบัญภาพ	xiv
รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร	xvii
บทคัดย่อ	xxxi
บทที่ ๑ ระบบฐานข้อมูลโครงสร้างข้อมูล	
1.1 บทนำ	1-1
1.2 ระบบฐานข้อมูล	
1.2.1 ประเภทข้อมูล	1-1
1.2.2 การรวบรวมข้อมูลและแหล่งข้อมูล	1-2
1.2.3 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล	1-3
1.2.4 การสร้างฐานข้อมูล	1-3
1.3 ประเภทของฐานข้อมูล	1-4
1.4 โครงสร้างข้อมูลและพจนานุกรมข้อมูล	1-10
บทที่ 2 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ	
2.1 บทนำ	
2.1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	2-1
2.1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2-3
2.1.3 ประโยชน์ของการวิจัย	2-3
2.1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2-3
2.1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2-4
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความแห้งแล้ง	2-4
2.2.2 แนวคิดของสถิติจำแนกกลุ่มเพื่อการสร้างแบบจำลอง	2-11
2.3 วิธีการวิจัย	
2.3.1 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	2-13
2.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	2-14
2.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	2-14
2.4 ผลการวิเคราะห์พื้นที่และหมู่บ้านเสี่ยงแล้ง	
2.4.1 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยวิธีผู้เชี่ยวชาญ	2-20
2.4.2 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม	2-20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.3 การตรวจสอบความถูกต้อง	2-38
2.4.4 การประเมินเนื้อหาที่ทำการเกษตรที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ	2-40
2.4.5 การประเมินหมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำด้านการอุปโภคบริโภค	2-41
2.5 การศึกษาพื้นที่เสี่ยงแล้งจากแบบสัมภาษณ์	
2.5.1 ข้อมูลประชากร	2-46
2.5.2 ข้อมูลครัวเรือน	2-46
2.5.3 ข้อมูลสภาพแวดล้อมของหมู่บ้าน	2-53
2.5.4 การใช้น้ำตามวัตถุประสงค์	2-55
2.5.5 ข้อมูลการขาดแคลนน้ำ	2-75
2.5.6 ผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ	2-84
2.5.7 การบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำ	2-88
2.6 การศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ	
2.6.1 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านน้ำฝน	2-93
2.6.2 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ	2-94
2.6.3 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ	2-95
2.6.4 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านภูมิประเทศและดิน	2-96
บทที่ 3 แบบจำลองสมดุลน้ำ	
3.1 บทนำ	
3.1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	3-1
3.1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3-2
3.1.3 ประโยชน์ของการวิจัย	3-2
3.1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3-2
3.1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3-3
3.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
3.2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับวัฏจักรน้ำ	3-4
3.2.2 น้ำในรูปแบบต่างๆ ของวัฏจักรน้ำ	3-6
3.3 วิธีการวิจัย	
3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	3-15
3.3.2 การจัดเตรียมข้อมูล	3-15
3.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	3-16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4	ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมดุลน้ำ	
3.4.1	ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหย	3-21
3.4.2	ปริมาณน้ำท่า	3-25
3.4.3	ปริมาณการซึมทั้งหมด	3-31
3.4.4	ปริมาณการซึมลึก	3-32
3.4.5	ปริมาณน้ำในดิน	3-36
3.4.6	แบบจำลองสมดุลน้ำ	3-48
3.4.37	สรุปผลการศึกษาแบบจำลองสมดุลน้ำ	3-52
บทที่ 4	แบบจำลองความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูก	
4.1	บทนำ	
4.1.1	ที่มาและความสำคัญของปัญหา	4-1
4.1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4-2
4.1.3	ประโยชน์ของการวิจัย	4-3
4.1.4	ขอบเขตของการวิจัย	4-3
4.1.5	นิยามศัพท์เฉพาะ	4-3
4.2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
4.2.1	การส่งน้ำชลประทาน	4-3
4.2.2	ปริมาณน้ำที่จะต้องจัดหามาให้แก่พืช	4-7
4.2.3	ฝนใช้การ	4-10
4.2.4	ความหมายของประสิทธิภาพการชลประทาน	4-13
4.2.5	ประสิทธิภาพการชลประทาน	4-15
4.3	วิธีการ	
4.3.1	ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	4-18
4.3.2	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	4-19
4.3.3	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	4-19
4.4	ผลการศึกษา	
4.4.1	การประเมินน้ำในดินเพื่อจัดปฏิทินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช	4-23
4.4.2	ข้อมูลทั่วไปและปริมาณฝนใช้การในโครงการฯ พลายชุมพล	4-61
4.4.3	อุปสงค์น้ำชลประทานและประสิทธิภาพการชลประทาน	4-64
4.4.4	การประเมินสถานการณ์อุปสงค์น้ำชลประทาน	4-69
4.4.5	ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์น้ำชลประทาน	4-94

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 แบบจำลองความต้องการน้ำประปา

5.1	การสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลพิษณุโลก	
5.1.1	บทนำ	5-1
5.1.2	วัตถุประสงค์	5-2
5.1.3	ประโยชน์ที่ได้รับ	5-2
5.1.4	ขอบเขตของการวิจัย	5-3
5.1.5	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	5-4
5.1.6	ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่	5-5
5.1.7	การวิเคราะห์ข้อมูล	5-6
5.1.8	การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา	5-10
5.1.9	การสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปา	5-10
5.1.10	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	5-12
5.2	การประมาณความต้องการน้ำประปาในเขตเมืองของจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์	
5.2.1	ที่มาและความสำคัญของปัญหา	5-66
5.2.2	วัตถุประสงค์	5-66
5.2.3	ประโยชน์ที่ได้รับ	5-66
5.2.4	ขอบเขตของการวิจัย	5-66
5.2.5	ข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์	5-67
5.2.6	ผลการวิเคราะห์	5-68

บทที่ 6 การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล

6.1	บทนำ	
6.1.1	ที่มาและความสำคัญของปัญหา	6-1
6.1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6-2
6.1.3	ขอบเขตของการวิจัย	6-2
6.1.4	นิยามศัพท์เฉพาะ	6-4
6.2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6-5
6.3	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	6-15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.4	วิธีดำเนินการ	
6.4.1	การเก็บรวบรวมข้อมูล	6-15
6.4.2	การออกแบบข้อมูล	6-17
6.4.3	การวิเคราะห์ข้อมูล	6-17
6.4.4	การจัดทำแผนที่ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ	6-28
6.5	ผลการวิเคราะห์	
6.5.1	ดัชนีอุปสงค์	6-30
6.5.2	ดัชนีอุปทาน	6-50
6.5.3	ผลการวิเคราะห์การลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล	6-62
6.6	สรุปผลการวิจัย	6-74
บทที่ 7 การพัฒนาโปรแกรม “น่านาน”		
7.1	บทนำ	7-1
7.2	การติดตั้งโปรแกรม Namnan	7-1
7.3	โมดูลต่างๆในโปรแกรม Namnan	7-3
7.4	การเรียกใช้โมดูลในโปรแกรม Namnan	
7.4.1	การเรียกใช้โมดูล DROUGHT	7-4
7.4.2	การเรียกใช้โมดูล WATBUD	7-8
7.4.3	การเรียกใช้โมดูล CROPWAT	7-12
7.4.4	การเรียกใช้โมดูล URBWAT	7-16
7.4.5	การเรียกใช้โมดูล WATMAN	7-17
7.4.6	การเรียกใช้โมดูล WATDEM	7-19
บทที่ 8 บทสรุป		8-1
เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม		บ-1
ภาคผนวก		ผ-1

สารบัญตาราง

		หน้า
ตาราง 2-1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลายตัวในขนาดพื้นที่ที่ต่างกัน	2-18
ตาราง 2-2	เกณฑ์การจัดระดับการขาดแคลนน้ำของหมู่บ้านที่ได้จากข้อมูล กชช. 2 ค	2-19
ตาราง 2-3	ช่วงค่าตัวแปร ค่าคะแนนตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักตัวแปร แบบอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ	2-22
ตาราง 2-4	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามระดับเสียงแล้ง โดยสถิติการจำแนกกลุ่ม	2-33
ตาราง 2-5	เปรียบเทียบช่วงค่าตัวแปรตามระดับคะแนนตัวแปร ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งตามวิธีการประเมินโดยระบบผู้เชี่ยวชาญและการใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	2-34
ตาราง 2-6	ความถูกต้องของแผนที่เสียงแล้งเทียบกับข้อมูล กชช.2ค	2-39
ตาราง 2-7	ความถูกต้องของแผนที่เสียงแล้งเทียบกับข้อมูลแบบสัมภาษณ์	2-39
ตาราง 2-8	เนื้อที่เสี่ยงภัยแล้งจำแนกตามประเภทการใช้ที่ดินวิเคราะห์โดยสถิติการจำแนกกลุ่ม	2-40
ตาราง 2-9	เปรียบเทียบการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยวิธีผู้เชี่ยวชาญและสถิติจำแนกกลุ่ม	2-40
ตาราง 2-10	ความถูกต้องของหมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค โดยใช้ข้อมูล กชช. 2 ค ปี 2537, 2539, 2542 และ 2544 เทียบกับการตรวจสอบภาคสนามโดยใช้แบบสัมภาษณ์	2-45
ตาราง 2-11	ความถูกต้องของหมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค โดยใช้ข้อมูล กชช. 2 ค ปี 2544 เทียบกับการตรวจสอบภาคสนามโดยใช้แบบสัมภาษณ์	2-45
ตาราง 2-12	ลักษณะประชากร	2-46
ตาราง 2-13	ข้อมูลครัวเรือน	2-47
ตาราง 2-14	อุปกรณ์เครื่องใช้ และลักษณะนิสัยของครัวเรือน	2-50
ตาราง 2-15	การเก็บส้วร่อนน้ำใช้ของครัวเรือน	2-52
ตาราง 2-16	ข้อมูลสภาพแวดล้อมของหมู่บ้าน	2-54
ตาราง 2-17	การใช้น้ำตามวัตถุประสงค์	2-55
ตาราง 2-18	การใช้น้ำดื่มบรรจุขวดหรือแกลลอน	2-56
ตาราง 2-19	การใช้น้ำประปา	2-59
ตาราง 2-20	การใช้น้ำฝน	2-63
ตาราง 2-21	การใช้น้ำบาดาล	2-66
ตาราง 2-22	การใช้น้ำจากโครงการชลประทาน	2-69
ตาราง 2-23	การใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินสาธารณะ	2-73
ตาราง 2-24	ข้อมูลการขาดแคลนน้ำ	2-76
ตาราง 2-25	การขาดแคลนน้ำดื่ม	2-77



สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ตาราง 2-26	การขาดแคลนน้ำใช้ในครัวเรือน	2-78
ตาราง 2-27	การขาดแคลนน้ำด้านการเกษตร	2-80
ตาราง 2-28	ภาวะการณ์ประสบการขาดแคลนน้ำ	2-82
ตาราง 2-29	ความถี่ในการประสบภาวะขาดแคลนน้ำ	2-84
ตาราง 2-30	ผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ในครัวเรือน น้ำใช้ด้านการเกษตร	2-85
ตาราง 2-31	ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	2-86
ตาราง 2-32	ผลการวิเคราะห์ Cross Tab ปัญหาภาวะขาดแคลนน้ำ	2-88
ตาราง 3-1	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการในการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า	3-17
ตาราง 3-2	ค่า CN แบ่งตามเนื้อดินและสิ่งปกคลุมดิน	3-18
ตาราง 3-3	ค่าการปรับแก้ปริมาณการซึมลึกของสถาบัน ITC และ กรมชลประทาน	3-19
ตาราง 3-4	สัมประสิทธิ์ความพรุนของดินแต่ละชนิด	3-20
ตาราง 3-5	แบบจำลองน้ำในดินที่คำนวณตามลักษณะการซึมลึก	3-21
ตาราง 3-6	ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยจากผิวดิน และปริมาณการระเหยจริงที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	3-24
ตาราง 3-7	เนื้อที่ตามประเภทความลาดชันของพื้นที่	3-26
ตาราง 3-8	ปริมาณน้ำท่า	3-28
ตาราง 3-9	ปริมาณการซึมรายสัปดาห์	3-31
ตาราง 3-10	ตัวอย่างสัปดาห์ที่แสดงปริมาณการซึมลึกที่คิดเป็นร้อยละของน้ำฝนที่เกิดขึ้น	3-34
ตาราง 3-11	ปริมาณการซึมลึก	3-35
ตาราง 3-12	ปริมาณน้ำในดิน	3-38
ตาราง 3-13	การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	3-39
ตาราง 3-14	ปริมาณน้ำในดินของจังหวัดพิษณุโลก	3-44
ตาราง 3-15	ปริมาณน้ำในดินของจังหวัดอุตรดิตถ์	3-45
ตาราง 3-16	สมมูลน้ำของจังหวัดพิษณุโลก	3-48
ตาราง 3-17	สมมูลน้ำของจังหวัดอุตรดิตถ์	3-50
ตาราง 4-1	ปริมาณการใช้น้ำของพืช	4-20
ตาราง 4-2	แสดงค่าฝนใช้การเมื่อทราบปริมาณฝนทั้งหมด	4-21
ตาราง 4-3	การกระจายของปริมาณน้ำในดินสะสมในพื้นที่เพาะปลูกสัปดาห์ต่าง ๆ	4-26
ตาราง 4-4	ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อพื้นที่การปลูกพืชจังหวัดพิษณุโลก	4-37
ตาราง 4-5	ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อพื้นที่การปลูกพืชจังหวัดอุตรดิตถ์	4-38



สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตาราง 4-6	เนื้อที่ของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช	4-44
ตาราง 4-7	ลักษณะความเหมาะสมของน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช	4-45
ตาราง 4-8	เนื้อที่ของประเภทความเหมาะสมของน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช จ. พิษณุโลก	4-48
ตาราง 4-9	เนื้อที่ของประเภทความเหมาะสมของน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช จ. อุตรดิตถ์	4-52
ตาราง 4-10	แผนและผลการเพาะปลูกพืชฤดูฝนและฤดูแล้ง ปี 2540 - 2545 โครงการส่งน้ำและ บำรุงรักษาพลายชุมพล สำนักชลประทานที่ 3	4-61
ตาราง 4-11	ปฏิทินการเพาะปลูกพืชในเขตพื้นที่โครงการฯ พลายชุมพล	4-63
ตาราง 4-12	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิตามทฤษฎีในช่วงฤดูฝน	4-65
ตาราง 4-13	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิตามทฤษฎีในช่วงฤดูแล้ง	4-67
ตาราง 4-14	ข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์	4-69
ตาราง 4-15	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามรายได้ของครัวเรือนเกษตรกร	4-71
ตาราง 4-16	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามพื้นที่ทำนาปี และนาปรังในเขตชลประทาน	4-72
ตาราง 4-17	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามจำนวนครั้งในการทำนาปีในรอบ 1 ปี	4-73
ตาราง 4-18	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการทำนาปรัง 1 ครั้ง	4-73
ตาราง 4-19	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามการใช้ปุ๋ย	4-73
ตาราง 4-20	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตตกต่ำ	4-73
ตาราง 4-21	องค์กรผู้ใช้น้ำชลประทานที่ขึ้นทะเบียนหรือขึ้นบัญชีโครงการชลประทาน	4-74
ตาราง 4-22	แหล่งน้ำที่ใช้ของแต่ละองค์กรผู้ใช้น้ำ	4-75
ตาราง 4-23	สถานภาพการเป็นสมาชิก สภาพการรวมกลุ่ม และการเข้าร่วมกิจกรรมของผู้ใช้น้ำ	4-77
ตาราง 4-24	ร้อยละของครัวเรือนจำแนกตามการใช้ น้ำจากแหล่งน้ำอื่นเพื่อการเพาะปลูก	4-79
ตาราง 4-25	ร้อยละของครัวเรือนจำแนกตามสาเหตุที่ต้องสูบน้ำจากแหล่งอื่น	4-79
ตาราง 4-26	ร้อยละของครัวเรือนจำแนกตามการได้รับการจัดสรรน้ำและการประสบปัญหาการใช้ น้ำชลประทาน	4-80
ตาราง 4-27	ผลผลิต พื้นที่เก็บเกี่ยว พื้นที่เพาะปลูก และอัตราการใช้ปุ๋ย	4-81
ตาราง 4-28	ร้อยละของครัวเรือนที่มีการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ร่วมกับปุ๋ยธรรมชาติ	4-84
ตาราง 4-29	สถานภาพเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตรกรแยกตามรายคลอง	4-85
ตาราง 4-30	ประเภทการมีส่วนร่วมของครัวเรือนเกษตรกรแยกตามรายคลอง	4-86
ตาราง 4-31	ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 1	4-87
ตาราง 4-32	ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 2	4-88
ตาราง 4-33	สาเหตุของการประสบปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน	4-88

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตาราง 4-34	ปัจจัยด้านอุปสงค์น้ำจำแนกรายคลอง	4-89
ตาราง 4-35	ร้อยละของการใช้น้ำวิทยาศาสตร์ร่วมกับนิยธรรมชาติ	4-89
ตาราง 4-36	ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 1	4-92
ตาราง 4-37	ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 2	4-93
ตาราง 4-38	ปัญหาการใช้น้ำชลประทาน	4-94
ตาราง 4-39	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุระหว่างจำนวนผลผลิตต่อไร่ที่ใช้กับจำนวนเนื้อที่ ของพื้นที่ชลประทานตามประเภทที่รับน้ำ	4-95
ตาราง 4-40	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้าน กายภาพ	4-96
ตาราง 4-41	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้าน ชีวเคมี	4-97
ตาราง 4-42	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้าน สังคม	4-98
ตาราง 4-43	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับ ปัจจัยด้านกายภาพ	4-99
ตาราง 4-44	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับ ปัจจัยด้านชีวเคมี	4-101
ตาราง 4-45	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับ ปัจจัยด้านสังคม	4-102
ตาราง 4-46	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับ ปัจจัยด้านกายภาพ ชีวเคมี และด้านสังคม หลังจากทำการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม	4-103
ตาราง 5-1	จำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา	5-7
ตาราง 5-2	จำนวน เนื้อที่ และความหนาแน่นของอาคารแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินใน เขตเทศบาลนครพิษณุโลกจากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปี พ.ศ. 2543	5-11
ตาราง 5-3	จำนวนอาคารแต่ละประเภทที่อยู่ห่างจากศูนย์กลางเมืองในแต่ละช่วง	5-13
ตาราง 5-4	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทกับระยะห่างจาก ศูนย์กลางเมืองในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก	5-20
ตาราง 5-5	จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาตามประเภทอาคารเพื่อการอยู่ อาศัย ในปี 2543	5-21
ตาราง 5-6	เนื้อที่อาคารเพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาในปี 2543	5-22

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตาราง 5-7	จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาที่ปรับเทียบกับจำนวนประชากรที่รายงานไว้ในปี 2543 – 2545	5-24
ตาราง 5-8	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากรที่คำนวณได้จากอัตราการเพิ่มประชากรทุกช่วง 5 ปี 10 ปี และ 15 ปี เทียบกับจำนวนประชากรจริง	5-28
ตาราง 5-9	การพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคต โดยใช้อัตราเพิ่ม ($r = 1.029$) ของประชากรทุกปี ตั้งแต่ ปี 2535 – 2565 โดยวิธีเอกโปเนนเชียล	5-29
ตาราง 5-10	อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ปี 2543	5-31
ตาราง 5-11	อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ปี 2544	5-32
ตาราง 5-12	อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ปี 2545	5-33
ตาราง 5-13	อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย ปี 2543-2545	5-36
ตาราง 5-14	ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการพาณิชย์กรรมปี 2543 – 2545	5-40
ตาราง 5-15	ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรม ปี 2543 – 2545	5-41
ตาราง 5-16	ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานราชการ ปี 2543 – 2545	5-42
ตาราง 5-17	ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ ปี 2543 – 2545	5-43
ตาราง 5-18	ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยรวมทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกตั้งแต่ปี 2543 – 2545	5-44
ตาราง 5-19	สถานการณ์การใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยปี 2543 - 2545	5-46
ตาราง 5-20	การคาดประมาณอัตราความต้องการประปาทั้งพื้นที่เทศบาล และในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยตามปีเป้าหมาย	5-51
ตาราง 5-21	ปริมาณความต้องการน้ำ อัตราการใช้น้ำ และปริมาณความต้องการน้ำประปาเพื่อการอยู่อาศัยและทั้งพื้นที่เทศบาล	5-52
ตาราง 5-22	ปริมาณความต้องการน้ำประปาในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาตามปีเป้าหมาย	5-54
ตาราง 5-23	ตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา	5-56
ตาราง 5-24	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์	5-58
ตาราง 5-25	ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เมื่อใช้ปริมาณความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเป็นตัวแปรเกณฑ์	5-65
ตาราง 5-26	ผลการวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำประปาในส่วนของ การประปาภูมิภาค	5-68

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตาราง 5-27	จำนวนสถานบริการน้ำประปาแยกตามอำเภอ ภายใต้ความรับผิดชอบของกรม 5-73 อนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท	
ตาราง 5-28	จำนวนสถานบริการน้ำประปาแยกตามตำบล ภายใต้ความรับผิดชอบของกรม 5-74 อนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท	
ตาราง 5-29	การประมาณความต้องการน้ำประปาจากแม่น้ำน่านเพื่อการอุปโภคบริโภค	5-78
ตาราง 6-1	ดัชนีชี้วัด กชช 2 ค ตัวที่มีน้ำหนักสูง	6-11
ตาราง 6-2	ค่าความต้องการน้ำของพืชชนิดต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือ	6-19
ตาราง 6-3	ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีเศรษฐกิจสังคม 56 ตัวแปร	6-21
ตาราง 6-4	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการในการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า	6-25
ตาราง 6-5	ค่า CN ที่แบ่งตามชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน	6-25
ตาราง 6-6	รายละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม	6-27
ตาราง 6-7	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีเสี่ยงแล้งออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-33
ตาราง 6-8	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีความต้องการน้ำของพืชออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการ จำแนกกลุ่ม	6-37
ตาราง 6-9	ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์พหุคูณสำหรับใช้ในการ การกำหนดดัชนีเศรษฐกิจสังคมโดยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-40
ตาราง 6-10	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีเศรษฐกิจสังคมออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-47
ตาราง 6-11	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีน้ำท่าออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-51
ตาราง 6-12	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีน้ำในดินออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-54
ตาราง 6-13	ผลการจัดลำดับดัชนีแหล่งน้ำออกเป็น 4 ระดับโดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-57
ตาราง 6-14	ผลการจัดลำดับดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการ จำแนกกลุ่ม	6-60
ตาราง 6-15	ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีทั้ง 7 ดัชนี กับลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล	6-62
ตาราง 6-16	ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์พหุคูณสำหรับใช้ ในการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-62
ตาราง 6-17	ผลการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำออกเป็น 4 ระดับโดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-64
ตาราง 6-18	ผลการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 และลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก	6-67
ตาราง 6-19	ผลการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 และลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำของจังหวัดอุตรดิตถ์	6-71



สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพ 2-1	วิธีการคำนวณคะแนนเสี่ยงแล้งของหมู่บ้านจากข้อมูล กชช.2ค	2-18
ภาพ 2-2	แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจากการวิเคราะห์แบบให้ค่าคะแนนโดยอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ค่าน้ำหนักทุกกลุ่มปัจจัยเท่ากันหมด	2-26
ภาพ 2-3	แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจากการวิเคราะห์แบบให้ค่าคะแนนโดยอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ค่าน้ำหนักกลุ่มปัจจัยด้านน้ำฝนเท่ากับจำนวนทุกกลุ่มปัจจัยรวมกัน	2-27
ภาพ 2-4	แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากปัจจัยด้านน้ำฝน	2-28
ภาพ 2-5	แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ	2-29
ภาพ 2-6	แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ	2-30
ภาพ 2-7	แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน	2-31
ภาพ 2-8	แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจากการวิเคราะห์สถิติจำแนกกลุ่มรวมทุกปัจจัย	2-32
ภาพ 2-9	แผนที่แสดงหมู่บ้านเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำอุปโภคและบริโภคในเขตจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์	2-43
ภาพ 2-10	แผนที่แสดงหมู่บ้านเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำอุปโภคและบริโภคในเขตจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ จากข้อมูล กชช.2ค ปี 2544	2-44
ภาพ 3-1	วัฏจักรของน้ำ (Hydrologic Cycle)	3-5
ภาพ 3-2	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหย จากผลการศึกษาของสารสนเทศภูมิศาสตร์ ($P_{(GIS)}$, $E_{(GIS)}$) กับผลการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน ($P_{(REF)}$, $E_{(REF)}$)	3-22
ภาพ 3-3	ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี และแต่ละฤดูกาล	3-23
ภาพ 3-4	ปริมาณการระเหยจากผิวดินรวมทั้งปี และแต่ละฤดูกาล	3-24
ภาพ 3-5	ปริมาณการระเหยจริงรวมทั้งปี และแต่ละฤดูกาล	3-24
ภาพ 3-6	ลักษณะความลาดชันของพื้นที่	3-26
ภาพ 3-7	ประเภทการใช้ที่ดินและเนื้อดินที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าโดยวิธี CN (curve number)	3-27
ภาพ 3-8	ปริมาณน้ำท่ารายปี และปริมาณน้ำท่าแต่ละฤดูกาล	3-30
ภาพ 3-9	ปริมาณการซึมลึกที่คำนวณได้จากสมการการซึมลึก 7 แบบ	3-33
ภาพ 3-10	ปริมาณน้ำในดินจากแบบจำลองต่าง ๆ เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงของกรมพัฒนาที่ดิน	3-37
ภาพ 3-11	สมการถดถอยเส้นตรงระหว่างปริมาณน้ำในดินจากแบบจำลองต่าง ๆ กับค่าอ้างอิงของกรมพัฒนาที่ดิน	3-40



สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพ 3-12	ปริมาณน้ำในดินก่อนการปรับแก้ 3-41
ภาพ 3-13	การกระจายตัวของน้ำในดิน 3-47
ภาพ 3-14	การกระจายตัวของน้ำในดินเฉพาะพื้นที่เพาะปลูก 3-47
ภาพ 4-1	ปริมาณการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ปลูก 4-24
ภาพ 4-2	การกระจายตัวของปริมาณน้ำในดินสะสมรายสัปดาห์ 4-28
ภาพ 4-3	การกระจายตัวของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึงสัปดาห์ที่ 52 4-33
ภาพ 4-4	ฤดูปลูก และความต้องการน้ำของพืชผัก พืชไร่ และข้าว 4-35
ภาพ 4-5	ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อการปลูกพืช 4-39
ภาพ 4-6	พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช 4-43
ภาพ 4-7	ลักษณะความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช 4-57
ภาพ 4-8	เปอร์เซ็นต์เนื้อที่เพาะปลูกนาปีและนาปรังของโครงการฯ หลายชุมพล 4-62
ภาพ 4-9	พื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยและผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อรายเกษตรกรในพื้นที่โครงการฯ 4-83
ภาพ 4-10	ร้อยละของพื้นที่เก็บเกี่ยวต่อพื้นที่เพาะปลูก 4-83
ภาพ 4-11	อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อพื้นที่ของเกษตรกรแยกรายคลอง 4-91
ภาพ 5-1	กรอบการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล 5-10
ภาพ 5-2	แบบจำลองความต้องการน้ำประปา 5-11
ภาพ 5-3	แผนที่ขอบเขตและผังเมืองในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก 5-14
ภาพ 5-4	จำนวนอาคารแต่ละประเภทตามระยะทางที่อยู่ห่างจากศูนย์กลางเมือง 5-19
ภาพ 5-5	ร้อยละจำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาซึ่งวิเคราะห์จาก ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปี 2543 5-23
ภาพ 5-6	จำนวนประชากรรวมในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ระหว่างปี 2525 – 2545 5-25
ภาพ 5-7	จำนวนประชากรที่คำนวณได้จากอัตราการเพิ่มประชากรทุกช่วง 5 ปี 10 ปี และ 15 ปี เทียบกับจำนวนประชากรจริง 5-27
ภาพ 5-8	จำนวนประชากรจากการพยากรณ์โดยวิธีต่างๆ 5-30
ภาพ 5-9	อัตราเฉลี่ยของการใช้น้ำประปาเพื่อการอยู่อาศัยปี 2543 – 2545 5-34
ภาพ 5-10	อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยต่อ เนื้อที่ตั้งแต่ ปี 2543 – 2545 5-35
ภาพ 5-11	อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัยปี 2543- 2545 5-38

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพ 5-12	ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยปี 2543 – 2545	5-39
ภาพ 5-13	สถานภาพการใช้น้ำประปาปี พ.ศ. 2545, 2544 และ 2545	5-48
ภาพ 5-14	ปริมาณความต้องการน้ำประปาจากการพยากรณ์ในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก	5-53
ภาพ 5-15	แผนที่ปริมาณความต้องการน้ำปีอนาคตเป้าหมาย พ.ศ. 2545, 2550, 2555 2560 และ 2565	5-55
ภาพ 5-16	ตำแหน่งที่ตั้งและอัตราการใช้ น้ำของสถานีบริการน้ำประปาของการประปาภูมิภาค	5-69
ภาพ 5-17	ตำแหน่งที่ตั้งและอัตราการใช้ น้ำของสถานีบริการน้ำประปาของกรมอนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.)	5-69
ภาพ 5-18	ค่าประมาณการใช้น้ำแยกตาม 3 หน่วยงาน (ภาพซ้าย) และแยกตาม 2 จังหวัด (ภาพ ขวา)	5-79
ภาพ 6-1	ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา	6-4
ภาพ 6-2	กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	6-30
ภาพ 6-3	ดัชนีเสี่ยงแล้งก่อนการวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-32
ภาพ 6-4	ระดับดัชนีเสี่ยงแล้งหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-32
ภาพ 6-5	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเสี่ยงแล้งในจังหวัดพิษณุโลก	6-34
ภาพ 6-6	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเสี่ยงแล้งในจังหวัดอุตรดิตถ์	6-35
ภาพ 6-7	ดัชนีความต้องการน้ำของพืชก่อนการวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-36
ภาพ 6-8	ความต้องการน้ำของพืชหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-36
ภาพ 6-9	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีความต้องการน้ำของพืชในจังหวัดพิษณุโลก	6-39
ภาพ 6-10	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีความต้องการน้ำของพืชในจังหวัดอุตรดิตถ์	6-39
ภาพ 6-11	ดัชนีเศรษฐกิจก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-46
ภาพ 6-12	ดัชนีเศรษฐกิจหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-46
ภาพ 6-13	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเศรษฐกิจในจังหวัดพิษณุโลก	6-49
ภาพ 6-14	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเศรษฐกิจในจังหวัดอุตรดิตถ์	6-49
ภาพ 6-15	แผนที่ดัชนีน้ำท่าก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-50
ภาพ 6-16	ดัชนีน้ำท่าหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-50
ภาพ 6-17	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำท่าของจังหวัดพิษณุโลก	6-52
ภาพ 6-18	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำท่าของจังหวัดอุตรดิตถ์	6-52



สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพ 6-19	แผนที่ดัชนีน้ำในดินก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม
ภาพ 6-20	ดัชนีน้ำในดินหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ
ภาพ 6-21	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำในดินของจังหวัดพิษณุโลก
ภาพ 6-22	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำในดินของจังหวัดอุตรดิตถ์
ภาพ 6-23	ดัชนีแหล่งน้ำก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม
ภาพ 6-24	ดัชนีแหล่งน้ำหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ
ภาพ 6-25	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีแหล่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก
ภาพ 6-26	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีแหล่งน้ำของจังหวัดอุตรดิตถ์
ภาพ 6-27	ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม
ภาพ 6-28	ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ
ภาพ 6-29	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก
ภาพ 6-30	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำของจังหวัดอุตรดิตถ์
ภาพ 6-31	การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลของจังหวัดพิษณุโลก
ภาพ 6-32	การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลของจังหวัดอุตรดิตถ์
ภาพ 6-33	ผลการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล ด้วยวิธีการวิเคราะห์สถิติการจำแนกกลุ่ม
ภาพ 8-1	ปริมาณความต้องการน้ำของโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และภาคเกษตรของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์
ภาพ 8-2	ปริมาณความต้องการน้ำของชุมชนตามระยะห่างจากเขื่อนสิริกิติ์
ภาพ 8-3	ปริมาณการใช้น้ำตามระยะห่างของแม่น้ำน่าน

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง ความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท

(Database System Development and Modeling of Water Demands in Urban and Rural Areas)

สนับสนุนโดย

เครือข่ายวิจัยและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.)

งานวิจัยวาระชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

หน้าสรุปโครงการ

1. หลักการและเหตุผล

ในช่วงที่ประเทศไทยมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูง การขยายตัวของที่อยู่อาศัยและอุตสาหกรรมการผลิตและบริการได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก มีการขยายตัวในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการ และ ชุมชนทั้งที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรม ซึ่งล้วนแต่มีผลทำให้ความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น พื้นที่ของ 2 จังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งได้แก่ อุตรดิตถ์ และ พิษณุโลก เป็นจังหวัดที่มีบริเวณต่อเนื่องกันและใช้น้ำจากแหล่งน้ำหลักๆ เดียวกัน คือ ลุ่มน้ำน่าน ดังนั้น การใช้น้ำของพื้นที่ซึ่งตั้งอยู่ต้นน้ำก็จะมีผลถึงปริมาณน้ำสำหรับพื้นที่ปลายน้ำด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่มีน้ำน้อย เช่น ฤดูแล้ง ปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่จะรุนแรงและชัดเจน จนบ่อยครั้งการขาดแคลนน้ำกลายเป็นสาเหตุของความขัดแย้งระหว่างพื้นที่หรือชุมชน

จากเหตุผลข้างต้น ถ้าปล่อยให้การใช้น้ำเป็นไปอย่างไม่มีแบบแผน และไม่มีระบบฐานข้อมูลความต้องการใช้น้ำอย่างชัดเจน ความขัดแย้งในการใช้น้ำจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงและหาข้อยุติได้ยาก ในกรณีนี้ งานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลและแบบจำลองของความต้องการน้ำในส่วนต่างๆ ของทั้งระบบ จะทำให้มีเครื่องมือที่สามารถประมาณความต้องการน้ำตามสภาวะและเงื่อนไขที่กำหนดได้ และจะช่วยให้สามารถรู้ความต้องการน้ำได้ชัดเจนและประเมินผลกระทบโดยรวมที่อาจจะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า อันจะเป็นประโยชน์มากสำหรับพื้นที่หรือจังหวัดที่ใช้น้ำจากแหล่งร่วมกัน ระบบที่จะพัฒนาขึ้นนี้จึงนับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการจัดการ การหาข้อยุติข้อตกลง หรือวางแผนล่วงหน้า ที่จะช่วยลดความขัดแย้งหรือปัญหาเรื่องการใช้น้ำได้ก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง

2. ขอบเขตและลักษณะของโครงการ

โครงการนี้เป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลและสารสนเทศความต้องการน้ำ และแบบจำลองการใช้น้ำของเมืองและชนบท ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับเป็นระบบที่สนับสนุนการจัดการทรัพยากรน้ำทางด้านอุปสงค์ (demand side) โดยศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปฐภูมิและทุติยภูมิทั้งในเขตเมือง (ซึ่งหมายถึงพื้นที่ในเขตเทศบาลนคร เทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล) และชนบท (ซึ่งหมายถึงพื้นที่นอกเขตเทศบาล) ครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด คือ อุดรดิตถ์ และพิษณุโลก ที่ใช้น้ำผิวดินจากลุ่มน้ำที่เป็นแหล่งเดียวกัน เพื่อนำไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) แล้วนำมาพัฒนาเป็นแบบจำลองหลักๆ 3 ประเภท คือ แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง แบบจำลองสมดุลน้ำ และแบบจำลองความต้องการน้ำในภาคชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ของพื้นที่ต่างๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นระบบที่สามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดการน้ำ โดยระบบที่จะพัฒนาขึ้นนี้ ประกอบด้วยฐานข้อมูลความต้องการน้ำเชิงพื้นที่และแบบจำลองความต้องการน้ำของชุมชน อุตสาหกรรม และการเกษตร ซึ่งฐานข้อมูลและแบบจำลองสามารถนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย หรือใช้สังเคราะห์ข้อมูลที่สนับสนุนการบริหารการใช้น้ำทรัพยากรน้ำให้เป็นไปอย่างเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ โดยสามารถมองเห็นภาพรวมและผลกระทบที่มีต่อพื้นที่อื่นซึ่งใช้น้ำจากแหล่งเดียวกันด้วย ระบบดังกล่าวนี้สามารถนำเงื่อนไข เช่น ปัจจัยด้านภูมิอากาศ ประเภทการใช้ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร เข้ามาเป็นองค์ประกอบในการประมวลผลได้ด้วย

3. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 3.1 พัฒนาระบบฐานข้อมูลและสารสนเทศด้านความต้องการน้ำของภาคการผลิตต่างๆ ของชุมชน และ ภาคเกษตรกรรม เพื่อเป็นฐานข้อมูลด้านการบริหารทรัพยากรน้ำ ในระดับนโยบายและปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางที่นำไปสู่การลดปัญหาความขัดแย้งของการใช้น้ำระหว่างพื้นที่และกิจกรรมการใช้ที่ดิน
- 3.2 พัฒนาระบบจำลองแบบการใช้น้ำ สำหรับใช้ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ที่สามารถประเมินความต้องการน้ำของแต่ละภาคการผลิต ชุมชน กิจกรรมการใช้ที่ดินต่างๆ และภาพรวมของพื้นที่เป้าหมาย (อาจเป็นระดับอำเภอ จังหวัด หรือทั้ง 2 จังหวัด)



4. กลุ่มเป้าหมายที่คาดว่าจะได้รับประโยชน์

ระดับผู้บริหาร ได้แก่ ผู้ว่าราชการจังหวัด กรมชลประทาน คณะกรรมการจัดสรรน้ำ และระดับการจัดการ ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบล สำนักงานชลประทานเขต สำนักงานส่งเสริมในระดับจังหวัด อำเภอ และเขตเทศบาลนคร เทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 5.1 ฐานข้อมูลการใช้น้ำในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) หรือข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) ของพื้นที่ 2 จังหวัดเป้าหมาย
- 5.2 แบบจำลองความต้องการใช้น้ำประปาเพื่อการผลิตและการอุปโภคบริโภค และแบบจำลองความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตร
- 5.3 ทราบปัญหา สาเหตุ และแนวทางการจัดการน้ำที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่ 2 จังหวัดเป้าหมาย

6. การถ่ายทอดผลงานวิจัยไปสู่ผู้ใช้

- 5.4 จัดประชุมเผยแพร่ผลงานวิจัยแก่ผู้บริหารระดับจังหวัด เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของการใช้น้ำเชิงพื้นที่ของ 2 จังหวัดเป้าหมาย
- 5.5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ปฏิบัติเพื่อศึกษาการเรียกใช้ฐานข้อมูลและการปรับปรุงฐานข้อมูลของระบบในแต่ละพื้นที่
- 5.6 เผยแพร่และประชาสัมพันธ์แก่บุคคลที่สนใจผ่านทางสื่อ (Media) ได้แก่ CD-ROM และ Internet โดยผ่านทาง Web site

7. ผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการ

การวิจัยนี้มีระยะดำเนินการ 2 ปี คือ ตั้งแต่ 1 ธันวาคม 2545 ถึง 30 พฤศจิกายน 2547 โดยมีสรุปผลงานวิจัยที่ดำเนินการแล้วดังนี้

7.1 สร้างระบบฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การวิจัยในส่วนนี้ได้รวบรวมและนำข้อมูลระดับปฐภูมิและทุติยภูมิทั้งในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เพื่อจัดสร้างเป็นระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยได้จัดทำตามมาตรฐานโครงสร้างข้อมูลในรูปพจนานุกรมข้อมูล (data dictionary) ตามที่ได้ออกแบบไว้โดยใช้หลักของแบบจำลองเชิงสัมพันธ์ (relational model) เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในเนื้อหาส่วนต่างๆในโครงการวิจัย



7.2 พัฒนาระบบฐานข้อมูล พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ และสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง

การวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดภัยแล้งของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดพิษณุโลก ฐานข้อมูลในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งประกอบด้วยตัวแปรสิ่งแวดล้อมทั้งหมด 15 ตัวแปร ซึ่งได้แบ่งเป็น 4 ด้านหลักๆ คือ ด้านน้ำฝน ด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ และด้านสภาพภูมิประเทศและดิน สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งได้วิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการ 3 วิธี ได้แก่ 1) อาศัยเกณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญ (expert system) และ 2) วิธีสถิติจำแนกกลุ่ม (discriminant analysis) สุดท้าย ทั้ง 2 วิธีได้ให้สมการทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดระดับเสี่ยงภัยแล้งในทุกพื้นที่ขนาด 40x40 เมตร โดยระดับเสี่ยงภัยแล้งถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ไม่เสี่ยง เสี่ยงต่ำ เสี่ยงปานกลาง และเสี่ยงสูง ซึ่งผลที่วิเคราะห์ได้นำมาเปรียบเทียบกับผลการประเมินจากแบบสำรวจจากภาคสนามและแบบสำรวจข้อมูล กชช. 2 ค เพื่อเลือกวิธีการที่ให้ความถูกต้องมากที่สุดในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

ผลการวิจัย พบว่า วิธีสถิติจำแนกกลุ่มสามารถให้ความถูกต้องของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งมากกว่าวิธีอื่น โดยเมื่อใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ได้จากวิธีสถิติจำแนกกลุ่มซึ่งคำนวณจากตัวแปรทั้ง 15 ตัวแปรสามารถอธิบายความเสี่ยงต่อภัยแล้งของพื้นที่ได้ร้อยละ 95.4 ทั้งนี้พบว่าระดับความเสี่ยงภัยแล้งมีค่าสหสัมพันธ์กับปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ($R=0.95$) มากกว่าปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน ($R=0.92$) ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ($R=0.91$) และปัจจัยด้านน้ำฝน ($R=0.88$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ในจำนวนทั้งหมด 15 ตัวแปร มี 4 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงกับระดับเสี่ยงภัยแล้ง คือ ตัวแปรระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน ศักยภาพชั้นหินให้น้ำ ความสามารถในการให้น้ำของบ่อบาดาล และระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน ผลการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงแล้งได้นำมาประเมินขนาดเนื้อที่ของการใช้ที่ดินในแต่ละอำเภอที่เสี่ยงต่อภัยแล้งสูง ปานกลาง ต่ำ และไม่เสี่ยง

7.3 สร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปา

การวิจัยในส่วนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับประเมินสถานภาพการใช้น้ำประปาและสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย รวมทั้งศึกษาปัจจัยด้านประชากร และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา โดยเลือกพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกในการจำลอง โดยการจำลองความต้องการน้ำประปาจากอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่คำนวณได้จากแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์ (Exponential growth formula) และทำการพยากรณ์ความต้องการน้ำประปาตามปี เป้าหมายที่กำหนดไว้ทุก 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 – 2565

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณความต้องการน้ำประปาทั้งหมดของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในรอบ 3 ปี (พ.ศ. 2543 – 2545) มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 102.20 ± 35.24 ลูกบาศก์เมตร/คน/ปี คิดเป็น 280.00 ± 96.56 ลิตร/คน/วัน และจากการประเมินสถานภาพความต้องการน้ำประปาในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาพบว่า 6 เขตบริการที่มีปริมาณความต้องการน้ำเกินอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย คือ เขตที่ 11 (417.56 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 1 (400.19 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 9 (395.47 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 3 (381.95 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 10 (322.00 ลิตร/คน/วัน) และเขตที่ 5 (287.64 ลิตร/คน/วัน) และจากการวิเคราะห์ปัจจัยด้านประชากร เศรษฐกิจ สังคม และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่คาดว่าจะมีปัจจัยอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก ในรูปแบบของสมการถดถอยแบบพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่ามีกลุ่มตัวแปรพยากรณ์ 3 ตัวที่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ในการพยากรณ์ คือ จำนวนประชากรเฉลี่ยต่อครัวเรือน เนื้อที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม และจำนวนที่อยู่อาศัยประเภทบ้านแฝด โดยสมการถดถอยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77 ในส่วนของการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตในปี พ.ศ. 2545-2565 นั้น ในการคำนวณค่าอัตราเพิ่มของประชากรจากสมการอัตราเพิ่มของประชากรโดยอาศัยข้อมูลสถิติประชากรปีพ.ศ. 2535-2545 พบว่าเทศบาลนครพิษณุโลกมีอัตราเพิ่มประชากรเท่ากับ 1.02 ซึ่งค่าอัตราเพิ่มของประชากรนี้ได้นำมาเพื่อใช้คำนวณจำนวนประชากรในปีอนาคตเป้าหมาย โดยวิธีการคำนวณด้วยสมการ Exponential growth และโดยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรม STELLA ผลการคำนวณพบว่าการทำงานจำนวนประชากร โดยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรม STELLA ให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับสถิติจำนวนประชากรปีพ.ศ. 2535-2545 มากกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการคำนวณด้วยสมการ Exponential growth โดยผลการคำนวณได้จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2560 เท่ากับ 89,390 94,085 และ 99,026 คน ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามจากสถิติสำมะโนประชากรของจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2543 พบว่ามีประชากรเขตเทศบาลเพียงร้อยละ 79.4 เท่านั้นที่เกิดในจังหวัดเดียวกับที่อยู่ในปัจจุบัน (ที่เหลืออีกร้อยละ 21.6 มีการย้ายถิ่นไปอยู่ที่อื่น) ดังนั้นจึงได้นำค่าร้อยละ 79.4 มาปรับแก้ค่าจำนวนประชากรที่คาดการณ์เพื่อให้ได้จำนวนประชากรสุทธิที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกจริง ดังนั้นเมื่อคำนวณอัตราการใช้น้ำต่อหัวของประชากรสุทธิ จากปริมาณการจำหน่ายน้ำในส่วนของประเภทการใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย พบว่ามีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยตั้งแต่ พ.ศ. 2535-2545 เท่ากับ



296.31 ± 28.44 ลิตรต่อวันต่อคน หรือ 108.15 ± 10.38 ลูกบาศก์เมตร/คน/ปี หรือได้สมการถดถอยเส้นตรงคือ อัตราการใช้น้ำ = $7.2073 \times \text{จำนวนปี} + 253.06$ ($R^2 = 0.72$) อย่างไรก็ตามในการพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำในป้อนาคตนั้น ในการวิจัยได้ใช้อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของข้อมูล 3 ปีล่าสุด (พ.ศ. 2543-2545) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 115.81 ± 3.63 ลูกบาศก์เมตร/คน/ปี เพื่อดำเนินการความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเพื่อการอยู่อาศัย ผลการจำลองด้วยโปรแกรม STELLA พบว่า ความต้องการน้ำประปาในปี พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2565 เท่ากับ 8,323,841 8,761,008 9,221,134 และ 9,705,426 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

7.4 สร้างแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

การวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน และประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน รวมทั้งสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน โดยเลือกพื้นที่โครงการชลประทานหลายชุมพลในการจำลอง ในการประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน และประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน ดำเนินการจากสมการด้านล่างนี้

$$IWD = [CWR - (ER - COR)] * (A / Ef) \text{ (ถ้าฝนตกมากกว่า CRW ให้ IWDnet = 0)}$$

$$IWS = \text{ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ส่งจริง (m3/sec)} * 0.6048$$

$$IRR_{ef} = [(IWD - GWU) / IWS] * 100$$

$$IWU_{ef} = PRO / (IWS - GWU)$$

เมื่อ IRR_{ef} หมายถึง ประสิทธิภาพการชลประทาน (%)

IWU_{ef} หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน (Kg/m^3)

IWD หมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (mcm)

CRW หมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (mm.)

ER หมายถึง ปริมาณฝนใช้การ (mm.)

A หมายถึง พื้นที่เพาะปลูกรายโซน (ไร่)

Ef หมายถึง ค่าคงที่ของประสิทธิภาพคลองชลประทาน

GWU หมายถึง ปริมาณน้ำใต้ดินเฉลี่ยที่เกษตรกรสูบใช้ในพื้นที่ (m^3)

IWS หมายถึง ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่จัดส่ง (mcm)

PRO หมายถึง ปริมาณผลผลิต (Kg)

จากค่าประสิทธิภาพการชลประทานการชลประทานและการใช้น้ำชลประทาน ได้นำมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์กับข้อมูลคุณลักษณะของพื้นที่และคุณลักษณะของเกษตรกร เช่น ความยาว

คลอง ความหนาแน่นของคลอง ความกว้างยาวของพื้นที่(หรือระยะห่างจากคลอง) จำนวนราย เกษตรกร และระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำ

7.5 แบบจำลองน้ำในดินและการประเมินปฏิทินการเพาะปลูกพืชแบบอาศัย น้ำฝน

การวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประมาณ ปริมาณน้ำในดินรายสัปดาห์ในรอบปีของทุกพื้นที่ขนาด 40x40 เมตรของจังหวัดพิษณุโลกและ จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยอาศัยแบบจำลองสมดุลน้ำ (water balance model) ซึ่งอาศัยหลักสมดุลของ สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรหลักๆ 5 ตัว คือ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการซึมลึก และปริมาณน้ำในดิน ซึ่งปริมาณน้ำในดินที่คำนวณได้มีค่าแตกต่างกันตามการ ผันแปรเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ความลาดชัน และประเภทเนื้อดิน ผลการ วิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินรายสัปดาห์ได้นำมาจัดทำในรูปแบบที่ปฏิทินการเพาะปลูกพืชตามความ เหมาะสมของจำนวนสัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเพียงพอและแผนที่ปฏิทินการเพาะปลูกพืชตาม ความเหมาะสมของจำนวนสัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเพียงพอเมื่อพิจารณาพร้อมกับความ เหมาะสมของดินสำหรับการปลูกพืชแต่ละชนิดที่กำหนดไว้ในโปรแกรม Soil View โดยใน การศึกษานี้ได้แบ่งชนิดพืชออกเป็น 4 ประเภทหลักๆ ตามปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช คือ พืชผัก (vegetable) พืชไร่ (field crops) ข้าวไร่ (upland rice) และข้าวที่ลุ่มต่ำ (lowland rice) ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของปฏิทินการเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์ได้นำมาประเมินขนาดเนื้อ ที่การเพาะปลูกในแต่ละประเภทในระดับรายตำบล

จากการศึกษาสมดุลน้ำ โดยใช้แบบจำลองสมดุลน้ำที่ประกอบด้วยตัวแปรหลักคือ น้ำฝน ปริมาณการคายระเหย ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการซึมลึก และปริมาณน้ำในดิน สรุปได้ดังนี้

(1) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณของน้ำฝนเท่ากับ 2,094 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมทั้ง จังหวัดเท่ากับ 13,948 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และจังหวัดอุตรดิตถ์ปริมาณของน้ำฝนเท่ากับ 1,925 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 9,395 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(2) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการระเหย (จากผิวดิน) เท่ากับ 2,540 ลูกบาศก์เมตร/ ไร่/ปี ซึ่งผลรวมของการระเหยทั้งจังหวัดเท่ากับ 16,914 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับจังหวัด อุตรดิตถ์มีปริมาณการระเหยเท่ากับ 2,363 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมของการระเหยทั้งจังหวัด เท่ากับ 11,534 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการระเหยจริงเท่ากับ 1,431 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งมีปริมาณรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 9,532 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัด



อุตรดิตถ์มีปริมาณการระเหยจริงเท่ากับ 1,275 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งมีปริมาณรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 6,213 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(3) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 515.9 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 3,435 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดอุตรดิตถ์มีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 537 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 2,617 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(4) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการซึมลึกทั้งหมดเฉลี่ย 247.0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 1,644 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดอุตรดิตถ์มีปริมาณการซึมลึกเฉลี่ย 496.5 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 957 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(5) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 97 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินตลอดทั้งปีสำหรับพื้นที่ทั้งหมด เท่ากับ 645 ล้านลูกบาศก์เมตร และเมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกมีปริมาณเฉลี่ย 88 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 309 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับปริมาณน้ำในดินจังหวัดอุตรดิตถ์มีปริมาณเฉลี่ย 79 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินตลอดทั้งปีสำหรับพื้นที่ทั้งหมด เท่ากับ 384 ล้านลูกบาศก์เมตร และเมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูก มีปริมาณเฉลี่ย 37 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 81 ล้านลูกบาศก์เมตร

การศึกษาปริมาณน้ำในดินสะสมเริ่มต้นคิดจากสัปดาห์ที่ 17 โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำที่ดินสะสมสามารถกักเก็บได้ไม่เกินความสามารถอุ้มน้ำได้ของดินโดยกำหนดให้ดินที่ความลึกที่ 50 ดินสามารถกักเก็บน้ำได้สูงสุดร้อยละ 50 ปริมาตรของดินทั้งหมด (การศึกษาค้างนี้ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินสูงสุดเท่ากับ 400 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) ผลการศึกษา พบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณของน้ำในดินเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง สัปดาห์ที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2 ของปีถัดมา) รวมทั้งสิ้น 36 สัปดาห์ ซึ่งสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 17 เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีน้ำในดิน มีปริมาณน้ำในดินต่ำสุด คือ 0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ปริมาณน้ำในดินสูงสุดเท่ากับ 400 (สัปดาห์ที่ 33 ถึง สัปดาห์ที่ 41) สัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยสูงสุดคือสัปดาห์ที่ 38 เท่ากับ 75.1 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 74.4 ล้านลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 40 และ 39 เท่ากับ 73.6 และ 73.2 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ และมีผลรวม ตามลำดับ 71.3 และ 75.3 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับผลการศึกษาปริมาณน้ำในดินสะสมของจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่ามีปริมาณของน้ำในดินเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง สัปดาห์ที่ 3 (สัปดาห์ที่ 3 ของปีถัดมา) รวมทั้งสิ้น 37 สัปดาห์ ซึ่งสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 17 เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีน้ำในดิน มีปริมาณน้ำในดินต่ำสุด คือ 0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ปริมาณน้ำในดินสูงสุดเท่ากับ 400 (สัปดาห์ที่ 34 ถึง สัปดาห์ที่ 40) สัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำ



ในดินเฉลี่ยสูงสุดคือสปีดนาที่ 39 เท่ากับ 34.5 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 75.4 ล้านลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือสปีดนาที่ 38 และ 40 เท่ากับ 34.1 และ 32.7 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ และมีผลรวม ตามลำดับ 74.3 และ 71.3 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 2 จังหวัด ในสปีดนาที่ 1 ถึงสปีดนาที่ 25 เป็นช่วงที่มีความชื้นระดับจุดเหี่ยวถาวรทั่วไปส่วนปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืชจะเริ่มกระจายตัวตั้งแต่สปีดนาที่ 26 ถึงสปีดนาที่ 52 สำหรับสปีดนาที่ 28 ถึงสปีดนาที่ 46 มีความชื้นระดับความชื้นสนาม และในสปีดนาที่ 33 ถึงสปีดนาที่ 41 จะมีพื้นที่ที่มีความชื้นระดับดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งกระจายตามพื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านทิศใต้ของทั้ง 2 จังหวัด

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินต่อการปลูกพืชการครั้งนี้ได้แบ่งปริมาณของน้ำในดิน 4 ระดับตามปริมาณการใช้น้ำของพืช 4 ชนิด พืชผัก พืชไร่ ข้าวไร่ และข้าว ซึ่งเป็นปริมาณความต้องการน้ำของพืชเฉลี่ยต่อสปีดนา และกำหนดให้มีระยะเวลาที่มีปริมาณน้ำในดินต่อเนื่องจนครบอายุเก็บเกี่ยว พบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินที่สามารถรองรับการปลูกทั้ง 4 ประเภท พบว่า พืชผักเหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาที่ 20 ถึง 46 รวม 26 สปีดนา โดยสปีดนาที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผักมากที่สุดคือสปีดนาที่ 37 มีพื้นที่ 716,726 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 1,359,608 ไร่) พืชไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาที่ 21 ถึง 44 รวม 23 สปีดนา โดยสปีดนาที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่มากที่สุดคือสปีดนาที่ 35 มีพื้นที่ 1,231,965 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 1,297,241 ไร่) และข้าวไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาที่ 33 จนถึงสปีดนาที่ 37 รวม 5 สปีดนา โดยสปีดนาที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวไร่มากที่สุดคือสปีดนาที่ 35 มีพื้นที่ 24,784 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 65,276 ไร่) และข้าวเหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาที่ 29 จนถึงสปีดนาที่ 38 รวม 13 สปีดนา โดยสปีดนาที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสปีดนาที่ 34 มีพื้นที่ 103,994 ไร่ จังหวัดพิษณุโลกมีความเหมาะสมรวมของพื้นที่ปลูกพืชมากที่สุดในสปีดนาที่ 35 53,4 และ 36 คือ 1,513,281 ไร่ , 1,491,927 ไร่ และ 1,480,409 ไร่ ตามลำดับ สำหรับจังหวัดอุดรธานี พบว่า พืชผักเหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาที่ 19 ถึง 47 รวม 28 สปีดนา โดยสปีดนาที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผักมากที่สุดคือสปีดนาที่ 36 มีพื้นที่ 211,836 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 396,200 ไร่) พืชไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาที่ 19 ถึง 45 รวม 26 สปีดนา โดยสปีดนาที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่มากที่สุดคือสปีดนาที่ 34 มีพื้นที่ 309,458 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 328,202 ไร่) และข้าวไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาที่ 33 จนถึงสปีดนาที่ 36 รวม 4 สปีดนา โดยสปีดนาที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสปีดนาที่ 34 มีพื้นที่ 5,516 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 18,744 ไร่) และข้าวเหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาที่ 26 จนถึงสปีดนาที่ 35 รวม 13 สปีดนา โดยสปีดนาที่



เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 18,067 ไร่ จังหวัดอุดรธานีมีความเหมาะสมรวมของพื้นที่ปลูกพืชมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 43 ,5 และ 3 6 คือ 497,376 ไร่ ,423,724 ไร่ และ 396,200 ไร่ ตามลำดับ

เมื่อนำปริมาณของน้ำในดินมาหาวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงพื้นที่ร่วมกับความเหมาะสมของดินของโปรแกรม Soil View ผลการศึกษาพบว่าลักษณะความเหมาะสมที่ 1 ถึง 55 เป็นลักษณะที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชจากปัจจัยของน้ำในดินและคุณสมบัติของดินที่เอื้อต่อการเพาะปลูก ลักษณะที่ 14, 28, 42 และลักษณะที่ 56 พบว่าปัจจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช ลักษณะที่ 57 ถึง 69 พบว่าปัจจัยเกี่ยวกับน้ำในดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช สำหรับลักษณะที่ 70 พบว่าทั้งน้ำในดินและคุณสมบัติของดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช ผลการศึกษา พบว่า จังหวัดพิษณุโลกเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผักตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 ถึง 4 6 รวม 26 สัปดาห์ พืชไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 22 ถึง 44 รวม 22 สัปดาห์ ข้าวไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 37 รวม 5 สัปดาห์ และข้าวเหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึงสัปดาห์ที่ 38 รวม 9 สัปดาห์ สัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 35 มีเนื้อที่ 1,380,076 ไร่ รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 34 และ 36 มีเนื้อที่ 1,357,386 ไร่ และ 1,349,421 ไร่ ตามลำดับ และสำหรับจังหวัดอุดรธานีมีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผักตั้งแต่สัปดาห์ที่ 19 ถึง 4 7 รวม 28 สัปดาห์ พืชไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 ถึง 45 รวม 26 สัปดาห์ ข้าวไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 36 รวม 4 สัปดาห์ และข้าวเหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึงสัปดาห์ที่ 39 รวม 10 สัปดาห์ สัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีเนื้อที่ 469,820 ไร่ รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 35 และ 36 มีเนื้อที่ 394,005 ไร่ และ 369,048 ไร่ ตามลำดับ

ซึ่งพื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชจากทั้ง 2 ปัจจัยของจังหวัดพิษณุโลกในสัปดาห์ที่ 35 ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่มีเนื้อที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมากที่สุด มีเนื้อที่ลดลงจากความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกจากปัจจัยของน้ำในดินเพียงอย่างเดียว คือจากเนื้อที่ 1,513,281 ไร่ ลดลงเหลือ 1,380,076 ไร่ สำหรับจังหวัดอุดรธานี พบว่า ในสัปดาห์ที่ 34 ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่มีเนื้อที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมากที่สุด มีเนื้อที่ลดลงจากความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกจากปัจจัยของน้ำในดินเพียงอย่างเดียว คือจากเนื้อที่ 497,376 ไร่ ลดลงเหลือ 469,820 ไร่



7.6 หนึ่งตำบลหนึ่งแหล่งน้ำ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ดัชนีอุปสงค์และดัชนีอุปทานสำหรับจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และนำดัชนีที่ได้มาเพื่อใช้สำหรับจัดลำดับในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรของแต่ละตำบล ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 ได้แก่ ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช ดัชนีเศรษฐกิจสังคม ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ ร่วมกับการใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม (K-Mean Clustering Analysis และ Discriminant Analysis) นั้น พบว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถอธิบายถึงขีดความสามารถของศักยภาพทั้งทางด้านอุปสงค์ และทางด้านอุปทานที่เกิดขึ้นในแต่ละตำบลได้ โดยการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 ดังนั้นลำดับของคะแนนที่เกิดขึ้นจากแต่ละดัชนีจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในแต่ละด้านที่เกิดขึ้นของระดับตำบล ซึ่งผลการศึกษาสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและการจัดการในอนาคตได้อย่างถูกต้อง ตามสภาพที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงพหุ ที่สามารถทำนายทั้งลำดับของดัชนีเศรษฐกิจสังคมที่เกิดขึ้น ในระดับตำบลโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลของ กชช 2ค ซึ่งมีการจัดเก็บทุก 2 ปีได้ และยังสามารถทำนายลำดับของการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดย สมการถดถอยเชิงพหุที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งมาจากดัชนีทั้ง 7 ดัชนี

ดัชนีอุปสงค์

สำหรับดัชนีอุปสงค์ ซึ่งประกอบไปด้วย ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช และดัชนีเศรษฐกิจสังคม จะเป็นตัวกำหนดระดับความต้องการน้ำสำหรับพื้นที่เกษตรในแต่ละตำบล

ดัชนีเสี่ยงแล้ง

ระดับของพื้นที่เสี่ยงแล้ง จะเป็นดัชนีหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของพื้นที่ที่มีปัญหาทางด้านการขาดแคลนน้ำในระดับตำบล โดยที่สมการสำหรับการวิเคราะห์ดัชนีเสี่ยงแล้งได้มาจาก 4 ปัจจัยด้วยกัน (15 ตัวแปร) ได้แก่ ปัจจัยทางด้านความเสี่ยงแล้งด้านน้ำฝน ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ด้านสภาพภูมิประเทศและดิน และด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ซึ่งพบว่าในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลทั้งสิ้น 156 ตำบล อยู่ในพื้นที่ จังหวัดพิษณุโลก 93 ตำบล และจังหวัดอุตรดิตถ์ 63 ตำบล อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งต่ำมากถึงไม่เสี่ยง จำนวน 62 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.74 อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งต่ำ จำนวน 72 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับ

เสียงแล้งปานกลาง จำนวน 19 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 12.18 และอยู่ในระดับเสียงแล้งสูง จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.92

ดัชนีความต้องการน้ำของพืช

สำหรับดัชนีความต้องการน้ำของพืช จะเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกและมีความต้องการน้ำสำหรับเพาะปลูกพืชในแต่ละพื้นที่ ตัวแปรที่ใช้ ได้แก่ เนื้อที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิด ค่าความต้องการน้ำของพืชชนิดต่างๆ และจำนวนครั้งที่ปลูกในรอบปี ซึ่งพบว่าระดับของดัชนีความต้องการน้ำของพืช ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่ต้องการ จำนวน 23 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 14.74 ตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 66 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 42.31 ตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 และตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับที่สูง จำนวน 11 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 7.05

ดัชนีเศรษฐกิจสังคม

ดัชนีเศรษฐกิจสังคมจะเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคม ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำและการเกษตร ของแต่ละพื้นที่ โดยดัชนีนี้จะได้มาจากการการคัดเลือกข้อมูล กชช 2ค จึงมีตัวแปรทั้งสิ้น 56 ตัวแปร และได้้นำตัวแปรทั้ง 56 มาวิเคราะห์เพื่อหาสมการถดถอยเชิงพหุสำหรับพยากรณ์ ระดับของดัชนีเศรษฐกิจสังคมที่จะเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ของทั้งจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ามีตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดีมาก จำนวน 42 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 26.92 ตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดี จำนวน 60 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 38.46 ตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมปานกลาง จำนวน 50 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 32.05 และตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมต่ำ จำนวน 4 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 2.56

ดัชนีอุปทาน

ในส่วนของดัชนีอุปทาน ซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่ ทั้งของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ประกอบไปด้วย ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ

ดัชนีน้ำท่า เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงระดับของปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นของแต่ละพื้นที่ ซึ่งพบว่าระดับของดัชนีน้ำท่า ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่มี จำนวน 41 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 26.28 ตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 79 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 50.64 ตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับปานกลาง



จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 2.56 และตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับที่สูง จำนวน 32 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 20.51

ดัชนีน้ำในดิน เป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงระดับของน้ำในดินที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ ของทั้ง จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ามีตำบลที่มีระดับน้ำในดินต่ำมากถึงไม่มี จำนวน 12 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 7.69 ตำบลที่มีระดับน้ำในดินต่ำ จำนวน 48 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 30.77 ตำบลที่มีระดับน้ำในดินปานกลาง จำนวน 65 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 41.67 และตำบลที่มีระดับน้ำในดินสูง 31 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 19.87

ดัชนีแหล่งน้ำ เป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงระดับของร้อยละของแหล่งน้ำที่มีเทียบกับพื้นที่ เกษตรของแต่ละตำบล ซึ่งพบว่ามีตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำมาก จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.92 ตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำปานกลาง จำนวน 1 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 0.64 ตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำน้อย จำนวน 49 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 31.41 และตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำต่ำ จำนวน 103 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 66.03

ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของระยะห่างจากแหล่งน้ำ จากตำบลถึงแหล่งน้ำที่มีอยู่ และยังสามารถแสดงให้เห็นถึงความศักยภาพของการมีแหล่งน้ำ และการนำน้ำจากแหล่งน้ำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งพบว่ามีตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำน้อย จำนวน 21 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 13.46 ตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำปานกลาง จำนวน 28 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 17.95 ตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำมาก จำนวน 103 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 66.03 และตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำมากที่สุด จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 2.56

สำหรับการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ ซึ่งใช้ค่าผลรวมของระดับของดัชนีทั้ง 7 ดัชนี มาวิเคราะห์และจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม ออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน พบว่าสมการของการลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำที่ใช้ค่ามาตรฐานของดัชนีทั้ง 7 สามารถอธิบายการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลได้ถึงร้อยละ 86.2 และดัชนีทั้ง 7 มีค่าทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 สำหรับพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าตำบลที่ไม่ควรได้รับการพัฒนา มีจำนวน 24 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 15.38 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะหลัง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะปานกลาง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 และตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะแรก จำนวน 20 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 12.82



7.6 การพัฒนาโปรแกรมชื่อ “ น้ำน่าน ” สำหรับเรียกใช้และแสดงผลฐานข้อมูล

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจต้องมีย่อประกอบสำคัญ 3 ประการคือ (1) ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (2) องค์ความรู้ และ (3) ระบบเรียกใช้และแสดงผล จุดเด่นของระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือสามารถนำข้อมูลด้านต่าง ๆ มาวิเคราะห์ร่วมกันอย่างบูรณาการ โดยที่ผู้ตัดสินใจสามารถจำลองสถานการณ์หรือตั้งเงื่อนไขของสถานการณ์หรือกำหนดทางเลือกเพื่อคาดคะเนผลที่อาจเกิดขึ้น ในการวิจัยส่วนนี้เป็นการนำฐานข้อมูลและองค์ความรู้จากการวิจัยมาพัฒนาเป็นระบบเรียกใช้ในรูปแบบโปรแกรม “ น้ำน่าน ” ซึ่งผู้ใช้สามารถตั้งเงื่อนไขเพื่อจำลองสถานการณ์ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้สามารถเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของพื้นที่ โปรแกรม น้ำน่าน ประกอบด้วยโมดูลทั้งหมด 6 โมดูล คือ DROUGHT, WATBUD, CROPWAT, URBWAT, WATMAN และ WATDEM โดยแต่ละโมดูลมีเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

(1) DROUGHT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านพื้นที่ขาดแคลนน้ำ

(2) WATBUD เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านงบประมาณน้ำในรูปน้ำฝน น้ำระเหย น้ำท่าผิวดิน น้ำในดิน และน้ำซึมลึก

(3) CROPWAT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านความต้องการใช้เพื่อการเพาะปลูกพืช

(4) URBWAT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านความต้องการใช้น้ำเพื่อการประปา

(5) WATMAN เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล โดยพิจารณาจากปัจจัยทางอุปสงค์และอุปทานด้านทรัพยากรน้ำของพื้นที่

(6) WATDEM เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปสงค์และอุปทานน้ำ

Project Code : RDG46O0002

Project Title : Database System Development and Modeling of Water Demands in Urban and Rural Areas

Investigators : Narongrit C.¹, Boonyanuphap J.¹, Jiamyangyuen S.¹,
Umponstira C.¹, and Yeesoonsang S.¹
¹Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment,
Naresuan University

E-mail Address : chada@nu.ac.th

Project Duration : 1st December 2002 - 30th November 2004

Nowadays, Geographic Information System (GIS) is an effective tool used in administration and management of complex spatial resources. This study, thus, aimed to use GIS for developing spatial database dealing with water demand and supply as well as for spatially modeling urban and agricultural water demands. The study area was Phitsanulok and Uttaradit provinces. These two provinces use the same surface water sources from Sirikit Dam and Nan River. Data dealing with water resources was surveyed, collected, analyzed, and synthesized by using grid data model with 40*40 meters-grid size in GIS.

The main results gained from this research were GIS-based water resource database and computer program, named "Namnan". GIS-based database was divided into 2 main categories; spatial vector-based database and attribute database. These two database categories were stored in relational database structure to facilitate linking and retrieving data between spatial database and attribute database. Database of water resource and management derived from this study were (1) base map database including administrative data, topographic data, soil group and land use data, climatic data, watershed, water source, and stream data, and potentialities of quifer and groundwater well data, and (2) thematic database including water deficit score, water balance equation-based supplies, population and crop-based water demands, weekly suitable crop calendar, and Tambon-based priority of water reservoir development. All



of these databases were finally used to develop Namnan program in order to create a computer-based tool for supporting decision making in administration and management of complex spatial water resources.

Keywords : database system, modeling, water demand, geographic information system





รหัสโครงการ : RDG46O0002

ชื่อโครงการ : การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำในเขตเมือง
และชนบท

ชื่อนักวิจัย : นางสาวชฎา ณรงค์ฤทธิ์¹ นายจรรย์ธร บุญญานุภาพ¹ นางสาวสุดารัตน์ เจียมยังยืน¹
นายชนินทร์ อัมพรสศิริ¹ และนายสีใส ยี่สุนแสง¹

¹คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail Address : chada@nu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 ธันวาคม 2545 ถึง 30 พฤศจิกายน 2547

ในปัจจุบันระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นับเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรเชิงพื้นที่ที่มีลักษณะซับซ้อน โครงการวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายหลักคือนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาจัดทำระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปสงค์และอุปทานน้ำ รวมทั้งจำลองเชิงพื้นที่ด้านความต้องการน้ำประชาของประชากรในพื้นที่เมืองและความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูกในพื้นที่ชนบท พื้นที่ศึกษาคือจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ซึ่งใช้แหล่งน้ำผิวดินร่วมกัน คือ เขื่อนสิริกิติ์และแม่น้ำน่าน ในการวิจัยได้สำรวจ รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองข้อมูลกริดขนาด 40*40 เมตร ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลการวิจัยหลัก คือ ได้ระบบฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ “น่านาน” ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ได้สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และฐานข้อมูลคุณลักษณะ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่จัดเก็บในรูปเวกเตอร์ส่วนฐานข้อมูลคุณลักษณะจัดเก็บในรูปแฟ้มข้อมูลตาราง ทั้งนี้ฐานข้อมูลทั้ง 2 ประเภทถูกจัดเก็บในลักษณะแบบจำลองฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงและเรียกค้นค้นระหว่างฐานข้อมูลคุณลักษณะและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ง่าย ฐานข้อมูลทรัพยากรน้ำและการจัดการที่ได้รับจากโครงการวิจัยนี้ คือ (1) ฐานข้อมูลที่เป็นแผนที่ฐาน อันประกอบด้วย ข้อมูลด้านการปกครอง ข้อมูลภูมิประเทศ ข้อมูลกลุ่มดินและการใช้ที่ดิน ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลลุ่มน้ำ แหล่งน้ำและเส้นลำน้ำ และข้อมูลศักยภาพการให้น้ำของชั้นหินให้น้ำและบอบาตาล และ (2) ฐานข้อมูลเฉพาะเรื่อง ประกอบด้วย ระดับขาดแคลนน้ำ อุปทานน้ำตามสมการสมดุลน้ำ อุปสงค์น้ำของประชากรและพืชปลูก ปฏิทินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์ และลำดับของตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาแหล่งน้ำ ฐานข้อมูลทั้งหมดที่ได้ถูกนำมา

พัฒนาเป็นโปรแกรม “น่าน่าน” เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่ต่อไป

คำหลัก : ระบบฐานข้อมูล การจำลอง ความต้องการน้ำ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

บทที่ 1

ระบบฐานข้อมูลและโครงสร้างข้อมูล

1.1. บทนำ

ในการจัดทำฐานข้อมูลของโครงการวิจัย “การพัฒนาฐานข้อมูลความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท” ได้ดำเนินการต่อเนื่องจากงาน “โครงการสำรวจและเก็บข้อมูลสำหรับโครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อชุมชน” โดยทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูลด้านทรัพยากรน้ำ สำหรับใช้ในการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองความต้องการน้ำและระบบสนับสนุนการตัดสินใจการใช้น้ำในเขตเมืองและชนบท โดยเน้นไปยังพื้นที่เป้าหมายในจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ซึ่งใช้แหล่งน้ำผิวดินร่วมกัน คือ เขื่อนสิริกิติ์และแม่น้ำน่าน แนวทางการจัดทำระบบฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้น มี 2 รูปแบบ คือ (1) ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจัดเก็บในรูปแบบแฟ้มข้อมูลเชิงภาพแผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และ (2) ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ซึ่งจัดเก็บในรูปแบบแฟ้มข้อมูลตารางที่สามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงภาพและเรียกใช้ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการสำรวจ เก็บรวบรวม และจัดสร้างฐานข้อมูลที่สามารถเรียกใช้งานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้ได้ระบบฐานข้อมูลและโครงสร้างข้อมูลที่เหมาะสม สำหรับนำเสนอแก่เครือข่ายวิจัยและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

1.2 การสร้างระบบฐานข้อมูล

1.2.1 ประเภทข้อมูล

ฐานข้อมูลของโครงการวิจัย มีลักษณะเป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Database) โครงการวิจัยได้จัดแบ่งประเภทข้อมูลต่าง ๆ โดยจัดอยู่ในกลุ่มตามคุณลักษณะของข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกัน เพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการข้อมูลที่มีอยู่ในแต่ละชั้นข้อมูลทั้งหมด และเพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในแต่ละส่วนตามที่มีการนำเสนอในรูปแบบของการสร้างแบบจำลองข้อมูล โดยฐานข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นจะเป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) ที่สามารถเชื่อมโยงกับข้อมูล 2 ฐาน ได้แก่ ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Database) และฐานข้อมูลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Database) ทั้งนี้ ฐานข้อมูลทั้ง 3 ส่วนถูกจัดเก็บในลักษณะฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database)



1.2.2 การรวบรวมข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ก่อนที่จะมีการรวบรวมข้อมูล และจัดเตรียมฐานข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้มีการศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับงานข้อมูลที่โครงการมีความจำเป็นต้องใช้ และควรมีไว้ในฐานข้อมูลของโครงการ จากนั้นได้มีการวางแผน ออกแบบ และสำรวจ พร้อมรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ โดยมีการปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลเพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบระบบฐานข้อมูล (Database) ที่บรรยายคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ศึกษาและทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และปรับปรุงแก้ไขระบบฐานข้อมูลแผนที่ โดยเปรียบเทียบกับแผนที่ฐาน (Base Map) ข้อมูลที่รวบรวมและจัดสร้างมีดังนี้

(1) ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial database) เป็นข้อมูลแผนที่เชิงเลข (Digital Map) ประกอบด้วย

(1.1) ข้อมูลภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ของกรมแผนที่ทหาร ใช้เป็นแผนที่ (Base map)

(1.2) ข้อมูลขอบเขตการปกครองในระดับจังหวัด อำเภอและตำบล ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย

(1.3) ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย

(1.4) ข้อมูลตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ โดยใช้ข้อมูลอ้างอิงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์จากกรมอุตุนิยมวิทยา นำมาจัดทำเป็นแผนที่แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ

(1.5) ข้อมูลเส้นลำน้ำ

(1.6) ข้อมูลศักยภาพของชั้นหินให้น้ำ ของกอน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม

(1.7) ข้อมูลศักยภาพการให้น้ำใต้ดินของบ่อน้ำพื้นที่ ได้มาจาก กอน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม

(1.8) ข้อมูลแหล่งน้ำผิวดิน

(1.9) ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย จัดทำจากแบบจำลองระดับความสูงของพื้นที่ (Digital Elevation Model) โดยใช้ชุดข้อมูลจุดระดับความสูง (High spot) ระดับชั้นความสูง (Elevation) เส้นลำน้ำ เส้นทางคมนาคม และแหล่งน้ำผิวดิน

(1.10) ข้อมูลเส้นชั้นความสูง

(1.11) ข้อมูลระดับชั้นความสูงและจุดความสูง



(1.12) ข้อมูลความลาดชัน

(1.13) ข้อมูลชุดดิน จากข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน พ.ศ. 2543
จัดทำโดย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

(1.14) ข้อมูลแสดงขอบเขตพื้นที่ชลประทาน ได้มาจากโครงการเขื่อนนเรศวร
และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จังหวัดพิษณุโลก จัดทำโดยวิทยาลัยการชลประทาน

(2) ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute database) เป็นข้อมูลระดับหัตถิภูมิ ซึ่งรวบรวม
จากหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณ
น้ำฝนสูงสุดของวัน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ และการคายระเหยของน้ำ รวบรวมข้อมูลจาก
กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีและการสื่อสาร ข้อมูลคุณสมบัติชุดดินและการใช้ประโยชน์
ที่ดิน ได้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หมู่บ้านประสบภัยแล้งจากข้อมูล
พื้นฐานหมู่บ้าน (กชช.2ค) รวบรวมข้อมูลจากกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย

1.2.3 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล

ในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล และจัดเตรียมฐานข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูล
ทุติภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ เป็นข้อมูลที่มีความหลากหลายอยู่มาก ดังนั้นจึงมีการปรับปรุง และ
เปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลเพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยได้มีการออกแบบระบบ
ฐานข้อมูล ที่บรรยายคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ศึกษาและทำการ
ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และปรับปรุงแก้ไขระบบฐานข้อมูลแผนที่ โดยเปรียบเทียบกับ
แผนที่ฐาน

1.2.4 การสร้างฐานข้อมูล

จากฐานข้อมูลที่ได้รวบรวมและออกแบบ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเรียบร้อยแล้ว
แล้วสามารถนำมาเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสร้างฐานข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) สร้าง Project โดยโปรแกรม ArcView GIS เพื่อรองรับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial
Database) และฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Database)

(2) นำเข้าฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial database) ของแต่ละปัจจัยที่จะศึกษาโดยนำเข้า
โปรแกรม ArcView GIS แบ่งตามชั้นข้อมูล (Layer) คือ ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ของกรมแผนที่
ทหาร ใช้เป็นแผนที่พื้นฐาน (Base map) แผนที่ขอบเขตการปกครองในระดับจังหวัด อำเภอและ
ตำบล ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน สถานีตรวจวัดอากาศ เส้นลำน้ำ
แหล่งน้ำผิวดิน พื้นที่เขตชลประทาน ตำแหน่งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ชั้ินหินให้น้ำใต้ดิน
ความสามารถในการให้น้ำของบ่อน้ำในพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย ขนาดพื้นที่

ลุ่มน้ำย่อย เส้นชั้นความสูง ระดับชั้นความสูง จุดพิภักความสูง ความลาดชัน ชุดดิน เส้นทางคมนาคม และการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง สมบูรณ์ของข้อมูลพร้อมทั้งแก้ไขและปรับปรุงให้อยู่ในมาตรฐานของแผนที่เดียวกัน

(3) นำเข้าข้อมูลฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute database) ในโปรแกรม Microsoft Access เช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวัน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ การคายระเหยของน้ำ ความลาดชันของพื้นที่ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความสูงต่ำของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย พื้นที่เขตชลประทาน แหล่งน้ำผิว ปริมาณน้ำใต้ดินและจำนวนบ่อบาดาล ข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ และข้อมูลการสำรวจโดยแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ จากนั้นทำการแปลงรูปแบบข้อมูล (Convert) ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลประเภท .dbf เพื่อนำมาใช้ประมวลผลในโปรแกรม ArcView GIS พร้อมทั้งจัดโครงสร้างของตารางเพื่อสร้างความสัมพันธ์ของตารางฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และตารางฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะโดยการสร้างความเชื่อมโยงเชิงสัมพันธ์ (Relational) ชนิดหนึ่งต่อหนึ่ง (one-to-one) และหนึ่งต่อหลาย (one-to-many)

1.3 ประเภทของฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลที่รวบรวมและจัดทำขึ้น ได้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ 1) ระดับมหภาค ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่ระดับจังหวัดพิษณุโลก จังหวัดอุตรดิตถ์ และระดับลุ่มน้ำ และ 2) ระดับจุลภาค ได้แก่ พื้นที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลกและพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล โดยฐานข้อมูลที่รวบรวมได้ ถูกจัดแบ่งเป็นประเภท (Category) ต่างๆ โดยข้อมูลแต่ละประเภทประกอบด้วย ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) และฐานข้อมูลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Database) ดังต่อไปนี้

(1) Administration คือ ประเภทข้อมูลขอบเขตการปกครอง ที่ตั้ง และข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปกครอง ประกอบด้วย

(1.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่

- ขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด (Province.shp)
- ขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ (Amphoe.shp)
- ขอบเขตการปกครองระดับตำบล (Tambon.shp)
- ตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน (Village.shp)

(1.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงรายละเอียดต่างๆ ของประเภทข้อมูลขอบเขตการปกครอง ที่ตั้ง ในระดับจังหวัด อำเภอ ตำบล และหมู่บ้าน

ตัวอย่างเช่น จำนวนประชากร (Popxxvil.dbf) รายได้ของประชากร (Incxxvil.dbf) จำนวนประชากรที่ประกอบอาชีพ (Occxxvil.dbf) รายละเอียดดังภาคผนวก

(2) Physiology คือ ประเภทข้อมูลด้านกายภาพ สภาพภูมิประเทศ และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(2.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่

- เส้นชั้นความสูง (Contour.shp)
- ระดับความสูง (Elevation.shp)
- ลักษณะทางธรณีวิทยา (Geology.shp)
- ประเภทการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 25xx (Luxx.shp)
- ระดับความลาดชัน (Slope.shp)
- ชนิดดิน (Soil.shp)

(2.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของประเภทข้อมูลด้านกายภาพ สภาพภูมิประเทศ ตัวอย่างเช่น ชื่อชนิดเส้นชั้นความสูง (Con_type.dbf) ชื่อสัญลักษณ์ประเภทหิน (Rocktype.dbf) ชื่อสัญลักษณ์ยุคของหิน (Age.dbf) ชื่อสัญลักษณ์ประเภทหน่วยหิน (Symbol.dbf) ประเภทการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 25xx (Luxx_t.dbf) ช่วงเปอร์เซ็นต์ระดับชั้นความลาดชัน (Sl_class.dbf) ข้อมูลชนิดดิน (Soilname.dbf) ข้อมูลเนื้อดิน (Texture.dbf) เป็นต้น

(3) Hydrology คือ ประเภทข้อมูลด้านอุทกวิทยา แหล่งน้ำ และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(3.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่

- เส้นลำน้ำ (Stream.shp)
- แหล่งน้ำผิวดิน (Waterbody.shp)
- ชั้นน้ำบาดาล (Aquifer.shp)
- ตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล (Well.shp)
- ตำแหน่งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า (Elecump.shp)
- พื้นที่โครงการชลประทาน (Irrarea.shp)
- ตำแหน่งสถานีอุทกวิทยา (Hydrosta.shp)
- ข้อมูลเขื่อน (Dam.shp)

(3.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ คือ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของประเภทข้อมูลด้านอุทกวิทยา แหล่งน้ำ และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ระดับชั้นลำน้ำ

(Str_class.dbf) ความสามารถในการให้น้ำตามชั้นน้ำบาดาล (Aqui_cap.dbf) ความสามารถในการให้น้ำบาดาลแยกรายอำเภอ (Gwtr_cap.dbf) จำนวนบ่อน้ำแยกตามชนิดและประเภทแหล่งน้ำรายตำบล (Well_num.dbf) คำอธิบายประกอบบัญชีบ่อน้ำบาดาล (Wel_site.dbf) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าต่ำสุดรายเดือน (Hydromin.dbf) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายเดือน (Hydromax.db) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่ารายเดือน (Hydroavg.dbf) ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อน (Siri_inxx.dbf) ปริมาณน้ำไหลออกจากเขื่อนรายเดือน (Siri_outxx.dbf) ปริมาณน้ำกักเก็บของเขื่อนรายเดือน (Siri_qxx.dbf) เป็นต้น

(4) Meteorology คือ ประเภทข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(4.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้แก่

- ตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ (Rainsta.shp)

(4.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ คือ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของประเภทข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Rain_avg.dbf) ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตก (Rain_day.dbf) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนสูงสุดในวัน (Rain_max.dbf) ค่าการคายระเหยเฉลี่ย 30 ปี (Evap_avg.dbf) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ย 30 ปี (Rh_min.dbf) ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 30 ปี (Rh_max.dbf) ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 30 ปี (Rh_avg.dbf) ค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 30 ปี (Temp_min.dbf) ค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 30 ปี (Temp_max.dbf) ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 30 ปี (Temp_avg.dbf) เป็นต้น

(5) Watersupply คือ ประเภทข้อมูลการใช้น้ำในเขตเทศบาลเมืองและพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาหลายชุมพล และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(5.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้แก่

- เขตการให้บริการน้ำประปา (Muwzone.shp)
- ขอบเขตการให้บริการน้ำประปา (Muwbound.shp)
- ขอบเขตของพื้นที่โครงการชลประทาน (PLbound.shp)
- โซนในพื้นที่โครงการชลประทาน (PLzone.shp)
- ตอนในโครงการชลประทาน (PLsectio.shp)
- แหล่งกักเก็บน้ำในเขตชลประทาน (PLwbody.shp)
- รายละเอียดคลองชลประทาน (PLcanal.shp)
- รายละเอียดข้อมูลอาคารชลประทาน (PLstr1.shp)
- รายละเอียดอาคารชลประทานและที่ต้ง (PLstr2.shp)

- ชั้นข้อมูลคลองระบายน้ำและอาคารชลประทาน (PLdrain.shp)
- เส้นลำน้ำในพื้นที่ชลประทาน (PLstr.shp)
- ที่ทำการตอนส่งน้ำ (Ploffice.shp)
- บ้านพักพนักงานประจำเขตโครงการ(PLman.shp)
- พื้นที่ส่งจ่ายน้ำในฤดูฝน (PLlurain.shp)
- พื้นที่ส่งจ่ายน้ำในฤดูแล้ง (PLludry.shp)
- สถานีตรวจวัดอากาศของในพื้นที่โครงการชลประทาน (PLmsta.shp)

(5.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของข้อมูลประเภทการใช้น้ำในเขตเทศบาลเมืองและพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น เขตการให้บริการน้ำประปา (Muwxz.dbf) ปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้รวม (Muwxz_qut.dbf) ปริมาณการใช้น้ำประปา (Muwxz_pd.dbf) ปริมาณการสูญเสียรวม (Muwxz_los.dbf) จำนวนประชากรรายเดือนในเขตเทศบาล (Muxx_pop.dbf) สิ่งก่อสร้างของแต่ละตอนชลประทาน (Str_des.dbf) การเพาะปลูกในตอนของโครงการชลประทานช่วงฤดูฝน (PLlu_Rxx.dbf) การเพาะปลูกในตอนของโครงการชลประทานช่วงฤดูแล้ง (PLu_Dxx.dbf) พื้นที่ส่งจ่ายน้ำในฤดูฝน (Plrainxx.dbf) เป็นต้น

(6) Landuse คือ ข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินในเขตเทศบาล และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(6.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้แก่

- จำนวนบ้านพักอาศัยในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxres.shp)
- โรงแรมที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxhot.shp)
- โรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxsch.shp)
- โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxhos.shp)
- วัดที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxtem.shp)
- อาคารพาณิชย์ที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxcom.shp)
- หน่วยงานราชการที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxgov.shp)
- กิจกรรมการใช้ที่ดินอื่น ๆ ที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxoth.shp)

(6.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินในเขตเทศบาล และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น รายละเอียดที่อยู่อาศัยในแต่ละหลังคาเรือนในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_res.dbf) รายละเอียดโรงแรมในเขตการใช้น้ำประปา

(Muxx_hot.dbf) รายละเอียดจำนวนผู้เข้าพักในโรงแรมในเขตการใช้น้ำประปา (Guest_xx.dbf) รายละเอียดโรงเรียนในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_sch.dbf) รายละเอียดโรงพยาบาลในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_hos .dbf) รายละเอียดวัดในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_tem .dbf) รายละเอียดอาคารพาณิชย์ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_com.dbf) รายละเอียดหน่วยงานราชการในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_gov .dbf) รายละเอียดกิจกรรมการใช้ที่ดินอื่น ๆ ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_oth .dbf) เป็นต้น

(7) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิจัย ในการวิจัยและสร้างแบบจำลองด้วยวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลในข้อ (1) ถึง (6) มาวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบข้อมูลกริด (Grid) ซึ่งใช้ขนาดพื้นที่ 40x40 เมตร เป็นตัวแทนของแต่ละพื้นที่และถูกแทนค่าด้วยค่าเฉลี่ย ค่าของตัวแปรในสมการของการคำนวณของการวิเคราะห์ในแต่ละส่วนเพื่อให้ได้ค่าเปรียบเทียบรวม และสามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันได้ในลักษณะขององค์รวมทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ในส่วนของการวิเคราะห์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลสถิติครั้งนี้ส่วนใหญ่ได้จัดทำข้อมูลให้อยู่ในรูปของฐานข้อมูลค่ามาตรฐาน (Statistic Standardized Database) โดยมีฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

(7.1) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

- รหัสหมู่บ้าน
- ระดับความเสี่ยงแล้งของหมู่บ้าน
- สาเหตุความแล้งรวม
- ระดับของความแล้งรวม ในรูปของค่ามาตรฐาน (standardized)

เปรียบเทียบกันในพื้นที่อื่นภายในพื้นที่ 2 จังหวัดที่ศึกษา

- ระดับความแล้งจากกลุ่มปัจจัยด้านน้ำฝน
- ระดับความแล้งจากกลุ่มปัจจัยด้านแหล่งน้ำผิวดิน
- ระดับความแล้งจากกลุ่มปัจจัยด้านน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ
- ระดับความแล้งจากกลุ่มปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน

(7.2) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการน้ำของพืช

- ความต้องการน้ำของพืชในเขตชลประทาน
 - 1) รหัสเขตคลองส่งน้ำชลประทาน
 - 2) Rainfall
 - 3) Effective Rainfall

- 4) Land Preparation
- 5) Percolaion
- 6) Crop Water Requirement
- 7) Evapotranspiration
- 8) Kc

- ความต้องการน้ำของพืชแบบอาศัยน้ำฝน

(7.3) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการน้ำในเขตเมือง

- ความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลเมือง

- 1) เขตการส่งน้ำในเขตเทศบาล
- 2) อัตราเพิ่มของประชากรรายเขตการส่งน้ำ
- 3) จำนวนสิ่งปลูกสร้างในเขตการส่งน้ำ
 - ที่พักอาศัย
 - พาณิชยกรรม
 - อุตสาหกรรม
 - ส่วนราชการ
 - อาคารประเภทอื่น ๆ

4) อัตราการใช้น้ำประปาต่อหลังคาเรือน

5) อัตราการใช้น้ำประปาต่อคน

- ความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลตำบล/อำเภอ (ประปาสวนภูมิภาค)

- 1) จุดบริการน้ำประปา
- 2) จำนวนหลังคาเรือนที่ใช้น้ำประปา
- 3) จำนวนประชากรที่ใช้น้ำประปา
- 4) อัตราการใช้น้ำประปาต่อหลังคาเรือน
- 5) อัตราการใช้น้ำประปาต่อคน

(7.4) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำในดิน

- ขอบเขตการปกครอง
- ขอบเขตประเภทการใช้ที่ดิน
- ประเภทความลาดเทของพื้นที่
- ประเภทของเนื้อดิน

- ปริมาณน้ำฝน จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณการระเหยจากผิวดินการระเหย จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณการระเหยจริง จำนวน 52 สัปดาห์
- สัมประสิทธิ์น้ำท่า
- ค่าของ Curve Number ในพื้นที่ศึกษา
- ปริมาณน้ำท่า จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณการซึมลึก จำนวน 52 สัปดาห์
- สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณการใช้น้ำของพืช จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณน้ำในดิน จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณน้ำในดินสะสม จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณน้ำในดินเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้น จำนวน 52 สัปดาห์
- ปฏิทินการเพาะปลูกจากความเหมาะสมของน้ำในดิน
- ปฏิทินการเพาะปลูกจากความเหมาะสมของน้ำในดินและคุณสมบัติของดิน

(7.5) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์การพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล

- ขอบเขตการปกครอง
- ระดับค่าดัชนีเสี่ยงแล้ง
- ระดับค่าดัชนีความต้องการน้ำของพืช
- ระดับค่าดัชนีเศรษฐกิจ
- ระดับค่าดัชนีน้ำท่า
- ระดับค่าดัชนีน้ำในดิน
- ระดับค่าดัชนีความต้องการน้ำของพืช
- ระดับค่าดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ
- ระดับค่าดัชนีระดับของการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล

1.4 โครงสร้างข้อมูลและพจนานุกรมข้อมูล

เพื่อให้เกิดความสะดวกในการนำข้อมูลไปใช้และเกิดเป็นฐานข้อมูลที่เป็นรูปแบบมาตรฐานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ การศึกษานี้จึงได้จัดทำพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) โดยมี รายละเอียดข้อมูล โครงสร้างข้อมูลและคำอธิบายข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ทั้งนี้ได้กำหนดการตั้งชื่อไว้ดังนี้

โดยที่

X คือ รายชื่อจังหวัด

P คือ จังหวัดพิษณุโลก

U คือ จังหวัดอุดรธานี

YY คือ ปี พ.ศ. ของข้อมูลที่เกิดขึ้น

บทที่ 2

แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ

2.1 บทนำ

2.1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ความแห้งแล้ง (Drought) เป็นปัญหาที่ทำให้เกิดภาวะขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อประเทศเกษตรกรรม สาเหตุสำคัญที่ทำให้ปัญหาความแห้งแล้งของทรัพยากรน้ำเกิดรุนแรงขึ้นนั้น ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของร่องลมมรสุมที่พัดผ่าน ปริมาณน้ำฝนน้อย การกระจายของฝนไม่ทั่วถึง พื้นที่ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำเพียงพอความสามารถที่จะกักเก็บน้ำของดินต่ำ แหล่งกักเก็บน้ำที่มีอยู่ตื้นเขิน การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา (El Nino and La Nina) รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโดยเฉลี่ยทั่วโลกที่มีแนวโน้มสูงขึ้น (มันทนา พฤกษ์วัน, 2541. เว็บไซต์ สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2542) สาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดความแล้ง และกลายเป็นภัยคุกคามในพื้นที่ต่าง ๆ อันส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์ ทั้งทางเศรษฐกิจและสังคม ตั้งแต่ระดับบุคคล ครัวเรือน ชุมชน จนถึงระดับประเทศ สำหรับในประเทศไทย ปัญหาภัยแล้งจากสภาวะฝนแล้งหรือฝนแล้งจัด เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2510, 2511, 2515, 2522, 2537 และ 2541 โดยในปี พ.ศ. 2522 พบว่าฝนทั้งช่วงกลางฤดูฝนยาวนานกว่าปกติ ทำให้เกิดความเสียหายในพื้นที่ภาคเหนือ 1.3 ล้านไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 8.5 ล้านไร่ ภาคกลาง 2.6 ล้านไร่ และภาคตะวันออก 2.6 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2530 ปัญหาภัยแล้งได้สร้างความเสียหายแก่พื้นที่ทางการเกษตรมากกว่า 50 จังหวัด (มานูญ ศรีขจร และอรุณ พงษ์กาญจนะ, 2540) รวมถึงพื้นที่การเกษตรในเขตชลประทาน อันเนื่องมาจากปริมาณน้ำในเขื่อนและอ่างเก็บน้ำอยู่ในระดับต่ำกว่าปกติ ผลจากการประเมินความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์กรณีเกิดวิกฤตการณ์ภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2537 พบว่า ภัยแล้งได้ก่อให้เกิดความสูญเสียคิดเป็นมูลค่าประมาณ 2,973 ล้านบาท (มนยศ วรรณะภูติ, 2538) และภัยแล้งในปี พ.ศ. 2541 ส่งผลให้ประเทศไทยเกิดความเสียหายมูลค่าประมาณ 8,900 ล้านบาท (บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด, 2541. เว็บไซต์)

ประชากรในประเทศไทยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนา สถิติการเกษตรของประเทศปีเพาะปลูก 2540/41 รายงานว่า มีเนื้อที่ถือครองทางการเกษตร 132,478,570 ไร่ หรือ ประมาณ 41 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ ในเนื้อที่ถือครองทางการเกษตรนี้เป็นเนื้อที่นาข้าวถึง 68,292,753 ไร่ หรือ 51 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ถือครองทางการเกษตร ให้ผลผลิตประมาณ 20 ล้านตัน มีมูลค่าผลผลิตข้าวที่เกษตรกรขายได้ประมาณ 164 ล้านบาท อย่างไรก็ตาม การทำนาในประเทศไทยยังพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก ในขณะที่การที่เกิด



ปัญหาโลกร้อนได้ส่งผลให้เกิดภาวะภัยแล้งที่มีแนวโน้มของปัญหาที่เพิ่มขึ้นทุกปี ทั้งระดับความรุนแรง ความถี่ของการเกิดภาวะภัยแล้งที่รุนแรง และการกระจายตัวของพื้นที่ที่ประสบภัยแล้ง ดังนั้นภัยแล้งจึงมีผลกระทบโดยตรงต่อการทำเกษตรกรรมที่ต้องพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก โดยทำให้พืชขาดน้ำและผลผลิตพืชลดลง อันส่งผลต่อความยากจนและภาวะว่างงานหรือการอพยพของแรงงานภาคเกษตรกรรมในชนบทไปสู่เมือง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ดีสำหรับเป็นเครื่องมือในการจัดการปัญหาภัยแล้งอย่างยั่งยืน โดยอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาจากเหตุหรือปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดปัญหาภัยแล้งและผลกระทบของปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งอาจแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

เนื่องจากปัญหาภัยแล้งเป็นปัญหาเชิงพื้นที่ ดังนั้นการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่มาประยุกต์ใช้เพื่อการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงของความแล้งและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นสาเหตุ จะช่วยเพิ่มความถูกต้องของการวิเคราะห์สถานภาพพื้นที่และเพิ่มประสิทธิภาพของการแสดงผลในภาพรวม ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีเป้าหมายหลักคือ เพื่อนำมาจัดสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง โดยเน้นศึกษารายละเอียดของข้อมูล 2 ระดับ คือ พื้นที่ (Polygon) ของตำบล และตำแหน่ง (Point) ของหมู่บ้าน โดยสามารถแสดงค่าระดับความเสี่ยงแล้งที่มีความสอดคล้องกับพื้นที่จริง อันจะเป็นประโยชน์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ภาพรวมที่แท้จริงของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด โดยรายละเอียดของข้อมูลสามารถบ่งชี้ได้ว่าในพื้นที่แต่ละไรและหมู่บ้านแต่ละหมู่บ้านมีความเสี่ยงแล้งระดับใด มีปัจจัยสภาพแวดล้อมใดเป็นสาเหตุ ของความเสี่ยงแล้ง ผลที่ได้จากการศึกษาในส่วนนี้ได้นำไปพัฒนาโปรแกรมเรียกใช้และแสดงผลในโปรแกรม “น่านาน” ซึ่งสามารถกำหนดเงื่อนไขหรือจำลองสถานการณ์ที่สามารถมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความเสี่ยงแล้ง เช่น การเพิ่มลดของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ และการเปลี่ยนแปลงของระยะใกล้-ไกลจากแหล่งน้ำผิวดิน เป็นต้น ผลของการวิจัยสามารถใช้สำหรับการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากร โดยเฉพาะการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อบรรเทา ป้องกันและแก้ไขปัญหาภัยแล้งอย่างยั่งยืน เช่น สามารถเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการจัดลำดับความเหมาะสมของการจัดสรรงบประมาณและมาตรการการจัดการภัยแล้งที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ โดยการศึกษาจากสาเหตุและการเกิดผลกระทบ ซึ่งจะนำไปสู่การลดความขัดแย้งในการตัดสินใจด้านความต้องการช่วยเหลือในการพัฒนาทรัพยากรน้ำและความต้องการน้ำโดยเฉพาะในส่วนของการบรรเทาปัญหาภัยแล้งในภาคการผลิตทางการเกษตร หรือความต้องการน้ำในเขตชนบท



2.1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) สร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- (2) วิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นสาเหตุของการเสี่ยงแล้งในแต่ละพื้นที่
- (3) เสนอมาตรการป้องกันและบรรเทาความเสี่ยงแล้งที่เหมาะสมตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่

เป็นสาเหตุ

2.1.3 ประโยชน์ของการวิจัย

- (1) ได้สารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีผลต่อความเสี่ยงแล้ง
- (2) ได้แบบจำลองระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับประเมินระดับความเสี่ยงแล้งของพื้นที่
- (3) ทราบปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดความเสี่ยงแล้งในแต่ละพื้นที่
- (4) ได้ข้อเสนอแนวทาง รวมถึงมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาความเสี่ยงแล้ง

2.1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- (1) พื้นที่ศึกษา ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดอุดรดิตถ์และพิบูลย์โลก โดยแบ่งเนื้อที่ทั้งหมดให้มีรายละเอียดเป็นกริดขนาด 1 ไร่ (หรือ 40*40 เมตร) และหมู่บ้านทั้งหมดในพื้นที่ทั้ง 2 จังหวัด

- (2) ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์และสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง แบ่งได้ดังนี้

(2.1) ตัวแปรอิสระ แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่

(2.1.1) ตัวแปรด้านน้ำฝน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวันเฉลี่ย

(2.1.2) ตัวแปรด้านศักยภาพของน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ได้แก่ ศักยภาพของชั้นหินให้น้ำใต้ดิน ความสามารถในการให้น้ำของบ่อน้ำ ความหนาแน่นของบ่อน้ำในพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย และขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

(2.1.3) ตัวแปรด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ได้แก่ ระยะห่าง เส้นลำน้ำ ระยะห่างแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างพื้นที่เขตชลประทาน และระยะห่างสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

(2.1.4) ตัวแปรด้านภูมิประเทศและดิน ได้แก่ ความลาดชัน ความสูงต่ำ และความสามารถในการระบายน้ำของดิน

(2.2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับความเสี่ยงแล้งของหมู่บ้านเสี่ยง



2.1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

(1) ความแห้งแล้ง หมายถึง ภาวะการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานาน จนก่อให้เกิดความแห้งแล้งและส่งผลกระทบต่อชุมชน

(2) ความเสี่ยงแล้ง หมายถึงภาวะเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำของพื้นที่ โดยมีสาเหตุจาก ปัจจัยด้านน้ำฝน ด้านศักยภาพแหล่งน้ำใต้ดิน ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ และด้านภูมิประเทศ และดิน

(3) พื้นที่เสี่ยงแล้งด้านน้ำฝน หมายถึง พื้นที่เสี่ยงการขาดแคลนน้ำอันเนื่องมาจากปัจจัย ด้านน้ำฝน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวันเฉลี่ย

(4) พื้นที่เสี่ยงแล้งด้านศักยภาพของน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ หมายถึง พื้นที่เสี่ยงการขาดแคลน น้ำอันเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านศักยภาพของน้ำใต้ดิน ได้แก่ ศักยภาพของชั้นหินให้น้ำใต้ดิน ความสามารถในการให้น้ำบาดาล ความหนาแน่นของบ่อน้ำในพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำใน ลุ่มน้ำย่อย และขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

(5) พื้นที่เสี่ยงแล้งด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ หมายถึง พื้นที่เสี่ยงการขาดแคลนน้ำอัน เนื่องมาจากปัจจัยทางด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ได้แก่ ระยะห่างเส้นลำน้ำ ระยะห่างแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างพื้นที่เขตชลประทาน และระยะห่างสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

(6) พื้นที่เสี่ยงแล้งด้านสภาพภูมิประเทศและดิน หมายถึง พื้นที่เสี่ยงการขาดแคลนน้ำอัน เนื่องมาจากปัจจัยทางด้านภูมิประเทศและดิน ได้แก่ ความลาดชัน ความสูงต่ำ และความสามารถ ในการระบายน้ำของดิน

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยบทนี้ แบ่งเนื้อหาได้ดังนี้ คือ ทฤษฎีและแนวคิด เกี่ยวกับความแห้งแล้ง และหลักการของสถิติการจำแนกกลุ่มเพื่อการสร้างแบบจำลอง

2.2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความแห้งแล้ง

ความแห้งแล้ง หมายถึง สภาวะที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยหรือน้ำใต้ดิน มีค่าต่ำกว่าปกติ โดย จะเกิดขึ้นชั่วคราว ความแห้งแล้งยังมีความหมายที่ต่างกันออกไป เช่น

สภาวะการขาดน้ำ เป็นความแห้งแล้งในกรณีที่น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินที่มีอยู่ลดลงและไม่ เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ ดังนั้น ความแห้งแล้งในกรณีจึงหมายถึง ปริมาณความต้องการใช้ น้ำมีมากกว่าปริมาณที่น้ำมีอยู่



ภาวะความแห้งแล้ง เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญได้แก่ ปริมาณฝนรวมน้อย จำนวนวันที่ฝนตกน้อย สภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูฝน ปริมาณน้ำท่าลดน้อย และการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม ปราณี ว่องวิหวัธ (2532) ได้กล่าวว่า สภาวะฝนแล้งคือ การที่ปริมาณฝนมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ตัวแปรด้านฝนจึงนับได้ว่ามีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อความแห้งแล้งชัดเจนกว่าข้อมูลอุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น หรือการระเหยของน้ำ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้ว ความแห้งแล้งมีลักษณะการเกิด 3 แบบ คือ

(1) **ความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา (Meteorological drought)** เกิดเนื่องจากการมีฝนตกน้อยกว่าปกติหรือมีจำนวนวันที่ฝนตกน้อยผิดปกติเป็นบริเวณกว้างและเป็นระยะเวลานานต่อเนื่องกัน ความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา หมายถึง สภาวะการขาดฝนหรือมีฝนตกต่ำกว่าค่าปกติมาก โดยจะเกิดในระยะเวลาานานกว่าที่ควรจะเป็น และจะเกิดครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ซึ่งองค์การอุตุนิยมวิทยาโลกใช้อยู่ คือ

- ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีต่ำกว่า 60% ของค่าปกติ
- ระยะเวลาการเกิดความแห้งแล้งติดต่อกันตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป
- พื้นที่เกิดความแห้งแล้งมากกว่า 50% ของพื้นที่ทั้งหมด

(2) **ความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยา (Hydrological drought)** เกิดเนื่องจากปริมาณน้ำท่า (ในแม่น้ำลำคลอง หนอง บึง และอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ) มีน้อยกว่าระดับปกติ หรือระดับน้ำใต้ดินลดลง

(3) **ความแห้งแล้งเชิงเกษตรกรรม (Agricultural drought)** มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยาและความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยา จนทำให้เกิดสภาวะที่พืชขาดน้ำซึ่งเกิดเนื่องจากปริมาณฝนรวมและการกระจายตัวของฝนน้อยผิดปกติ การระเหยของน้ำจริง (Actual evapotranspiration) มีมากกว่าศักยภาพการระเหย (Potential evapotranspiration) และความชื้นในดินมีน้อย ทำให้ระดับน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดินลดลง จึงทำให้ผลผลิตการเกษตร (พืชพันธุ์และสัตว์เลี้ยง) ลดน้อยลง

สาเหตุของความแห้งแล้ง

สมิทธ (2534) สรณี และดุขฎี (2524) และกรมอุตุนิยมวิทยา (2533) ได้แบ่งสาเหตุของความแห้งแล้งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

(1) **ความแห้งแล้งที่เกิดจากเหตุการณ์ธรรมชาติ** เป็นความแห้งแล้งที่ยากต่อการควบคุม เนื่องด้วยธรรมชาติได้ถูกคุกคามและเปลี่ยนแปลงด้วยพลังมนุษย์ จนกลายเป็นการทำลายสมดุลของธรรมชาติหรือระบบ ทำให้เกิดความแห้งแล้งเนื่องจากปัจจัยดังนี้

(1.1) **การขาดแคลนน้ำฝน** ฝนที่ตกในประเทศไทยและในเขตแห้งแล้งทั่วไปมีฝนตกเนื่องจากมรสุมและลมพายุ สาเหตุของการขาดแคลนน้ำฝนอาจเป็นเพราะลมมรสุมเริ่มต้นช้า มรสุมสิ้นสุดเร็วกว่าปกติ รวมทั้งพายุที่เคลื่อนที่เข้าสู่ประเทศไทยอาจมีการเปลี่ยนทิศทางหรือมีความเร็วต่ำ อย่างไรก็ตามฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ของโลก เป็นสาเหตุสำคัญที่ยากต่อการควบคุม

(1.2) **อิทธิพลของลมและอุณหภูมิหรืออากาศ** ในลักษณะที่เคลื่อนที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้น และลักษณะต่างๆ ของภูมิอากาศ การเกิดลมที่มีอัตราความเร็วสูง จะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำซึ่งมีผลต่อการเกิดความแห้งแล้ง

(1.3) **ความชื้นในบรรยากาศ** ความชื้นในบรรยากาศเป็นปัจจัยในการเกิดฝนซึ่งเป็นปัจจัยร่วมกับ Condensation Nuclei และกระบวนการควบแน่น การมีความชื้นที่พอเหมาะย่อมเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดฝนได้ บางพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นโดยลมแรงหรือลมร้อนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ในขณะเดียวกันความชื้นในบรรยากาศเป็นตัวควบคุมอัตราการระเหยน้ำ ถ้าความชื้นมากการระเหยจะน้อย ความแห้งแล้งก็จะเกิดได้ยากกว่าภาวะการระเหยมาก

(1.4) **ความเย็นของน้ำในมหาสมุทร** ในหลักการทางวิทยาศาสตร์บรรยายไว้ว่าโมเลกุลของสารทุกชนิดจะมีการเคลื่อนที่เสมอ อุณหภูมิที่สูงขึ้นการเคลื่อนที่จะเร็วขึ้นด้วย น้ำในมหาสมุทรก็เช่นเดียวกัน โมเลกุลจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็จะหนีจากผิวน้ำมหาสมุทรกลายเป็นไอน้ำขึ้นสู่บรรยากาศชั้นบนเนื่องจากความร้อนของโลกเพิ่มขึ้น มีการละลายของน้ำแข็งที่ขั้วโลก ทำให้น้ำอาจจะตกน้อยลงเพราะไม่มีการเกิดไอน้ำตามปกติ อีกกรณีหนึ่งที่อาจเกิดขึ้น คือไอน้ำจากแหล่งน้ำที่ระเหยเคลื่อนที่ผ่านภาวะน้ำทะเลเย็น อาจมีผลทำให้ชะลอหรือหยุดเคลื่อนที่เนื่องจากมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นหรือบางส่วนกลั่นตัวเป็นเมฆหมอก แล้วตกลงสู่ทะเลมหาสมุทรอีก จึงทำให้พื้นที่บนบกแห้งแล้งได้

(1.5) **กิจกรรมของดิน** ดินป่าไม้เป็นดินที่มีชีวิต หมายถึง ดินที่มีกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งรากพืชเองและสิ่งมีชีวิต หรือสัตว์ในดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างที่เอื้อให้น้ำถูกเก็บไว้ในดินได้มาก เพราะมีทั้งช่องว่างขนาดใหญ่ (Micropores) และช่องว่างขนาดเล็ก (Macropores) คละกัน ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาถูกดูดซับไว้ แล้วค่อยถูกปลดปล่อยสู่ลำห้วยลำธารทำให้เกิดความแห้งแล้งได้ อย่างไรก็ตาม ชนิดพืชที่ปกคลุม ความหนาแน่น และภัยที่จะเกิดขึ้น เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้กิจกรรมของดินเปลี่ยนแปลงไป



(2) ความแห้งแล้งที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ กิจกรรมของมนุษย์มีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดความแห้งแล้งและสร้างภาวะความสมบูรณ์ของน้ำได้ สาเหตุหลักๆ ที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์มีดังนี้

(2.1) การทำลายป่า ป่าไม้เป็นพืชปกคลุมดินที่ธรรมชาติสร้างเอาไว้ ภายในระบบป่าไม้ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต กิจกรรมตามธรรมชาติของสิ่งเหล่านั้นทำให้ดินมีชีวิตและทำให้ดินสามารถเก็บน้ำได้อย่างมีศักยภาพขึ้น ในป่าดงดิบธรรมชาติดินสามารถดูดซับน้ำไว้แล้วค่อยๆ ปลดปล่อยหล่อเลี้ยงลำธารตลอดปี ถ้าป่าบางชนิดที่มีดินหนา อินทรีย์วัตถุสูงและไม่ถูกรบกวนแล้ว อาจดูดซับน้ำฝนที่ตกลงมาได้มากถึง 300 มม.

(2.2) การทำการเกษตร การเกษตรกรรมที่ผิดวิธีก่อให้เกิดการพังทลายของดิน ซึ่งจะก่อให้เกิดความแห้งแล้งตามมา ผลกระทบที่สำคัญคือทำให้การเก็บกักน้ำในดินมีน้อยลงหรือไม่มีเลย เพราะไม่มีการซึมน้ำผ่านผิวดินลงไปเก็บ นอกจากนี้การใช้สารปราบศัตรูพืช มีผลทำให้ดินตาย หรือไม่มีกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน ดินจึงเก็บน้ำไม่ได้มากเท่าที่ควรจะเป็น การเลี้ยงสัตว์ นอกเหนือจากปล่อยให้กินหรือทำลายสิ่งปกคลุมดินแล้ว การเหยียบย่ำดินทำให้ดินเกิดการแน่นตัว ทำให้ดินไม่เก็บน้ำ

(2.3) การก่อสร้างและการทำเหมืองแร่ การก่อสร้าง ได้แก่ ถนน การตั้งถิ่นฐานและการทำเหมืองแร่ มีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลาย มีส่วนทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินไม่สามารถเก็บน้ำในบริเวณที่ต้องการได้ จึงทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ

การแบ่งเขตอากาศแบบ Koppen

การแบ่งเขตอากาศแบบ Koppen เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมกันอย่างแพร่หลายโดยใช้ตัวอักษรย่อแทนเขตอากาศกลุ่มสำคัญและใช้ตัวอักษรรอง โดยจะใช้ตัวอักษรย่อแทนเขตอากาศกลุ่มสำคัญ และใช้ตัวอักษรรอง แสดงอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน โดยแบ่งเขตอากาศออกเป็น 5 กลุ่ม และใช้ตัวย่อเป็นภาษาอังกฤษ คือ A, B, C, D, และ E ในประเทศไทยมีเฉพาะกลุ่ม A คือ เขตอากาศแบบร้อน (A-Climate) ซึ่งมีลักษณะสำคัญคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนที่หนาวที่สุดกว่า 18 องศาเซลเซียส ไม่มีฤดูหนาว ปริมาณน้ำฝนมาก ไม่ต่ำกว่า 875 มิลลิเมตรต่อปี อัตราการระเหยของน้ำสูง ตัวอักษรรองที่ใช้ในการแบ่งเขตอากาศ ที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

f = ชุ่มชื้น จะมีฝนตกตลอดปี ไม่มีฤดูแล้ง

m = เป็นอากาศแบบป่าฝน (Rain forest climate) จะมีฤดูฝนที่สั้นอย่างน้อย 1 เดือน ที่มีฝนตกต่ำกว่า 60 มิลลิเมตร เป็นลักษณะเขตอากาศแบบมรสุมที่มีฝนตกในช่วงลมมรสุมพัดผ่าน

w = แห้งแล้งในฤดูหนาว เป็นช่วงที่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด



จากตัวอักษร 2 กลุ่มที่กล่าวมาแล้ว เมื่อนำมารวมกันจะได้เขตอากาศที่ปรากฏในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

(1) Af = เขตอากาศแบบร้อนชื้น (Tropical rain forest) คือ เดือนที่ฝนตกน้อยที่สุดมากกว่า 60 มิลลิเมตร

(2) Am = เขตอากาศแบบมรสุมร้อน (Tropical forest)

(3) Aw = เขตอากาศแบบซาวันนา (Savanna) จะมีฤดูฝนสลับกับฤดูแล้งอย่างเด่นชัด

สภาวะฝนแล้ง

ฝนแล้งเป็นสภาวะความวิปริตของลมฟ้าอากาศ ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ซึ่งแบ่งตามขนาดความรุนแรงของความแห้งแล้ง ดังนี้

(1) สภาวะความแห้งแล้งอย่างเบา มีฝนตกเฉลี่ยไม่ถึงวันละ 1 มิลลิเมตร เป็นระยะยาวต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 15 วันในฤดูฝน

(2) สภาวะความแห้งแล้งปานกลาง มีฝนตกเฉลี่ยไม่เกินวันละ 0.25 มิลลิเมตร เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 29 วันในฤดูฝน

(3) สภาวะความแห้งแล้งอย่างรุนแรง ฝนไม่ตกเลยต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วันในฤดูฝน

การแบ่งเขตความแห้งแล้ง

เขตแห้งแล้ง (Arid zone) คือพื้นที่ที่มีฝนตกเฉลี่ยต่ำกว่า 100 มิลลิเมตรต่อปี พื้นที่ในเขตแห้งแล้งมีปริมาณฝนตกแตกต่างกันมาก ในพื้นที่ที่เป็นทรายอาจไม่มีพืชขึ้นเลย แต่ในพื้นที่ที่เป็นหิน อาจมีต้นไม้หนาม ไม้พุ่ม และพืชอื่น ๆ ขึ้นอยู่บ้าง ความชุ่มชื้นในดินจึงมีน้อย

เขตกึ่งแห้งแล้ง (Semi-arid zone) คือพื้นที่ที่มีฝนตกเฉลี่ย 100-500 มิลลิเมตรต่อปี จากการที่ปัจจัยด้านน้ำฝนเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อความแห้งแล้ง ดังนั้น ผู้ศึกษา จึงได้นำปัจจัยด้านน้ำฝนมาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งในจังหวัดพิษณุโลก

การแบ่งเขตภูมิอากาศของประเทศไทย

กรมอุตุนิยมวิทยา (อ้างโดย มนูญ ศรีษะจร และ อรุณ พงศ์กาญจนะ, 2540) ได้ทำการแบ่งเขตนํ้าฝนของประเทศไทย เกณฑ์การแบ่งใช้ข้อมูลด้านนํ้าฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และการระเหยของนํ้าที่ใกล้เคียงกัน โดยแบ่งเขตภูมิอากาศของประเทศไทยออกเป็น 5 เขต ดังนี้

(1) ภาคเหนือ แบ่งออกเป็น 2 เขตย่อย คือ



(1.1) ภาคเหนือตอนบน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,287.2 มิลลิเมตร ได้แก่บริเวณ จังหวัดเชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ น่าน ลำปาง และแพร่

(1.2) ภาคเหนือตอนล่าง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,303.6 มิลลิเมตร ได้แก่บริเวณ จังหวัดอุตรดิตถ์ ตาก พิษณุโลกและเพชรบูรณ์

(2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แยกเป็นเขตโดยถือเอาเทือกเขาเพชรบูรณ์ที่อยู่ทางตะวันตกกับทิวเขาตงพญาเย็นที่อยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ เขตนี้แบ่งเป็น 2 เขตย่อย คือ

(2.1) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1845.6 มิลลิเมตร ได้แก่ บริเวณจังหวัดหนองคาย เลย อุดรธานี นครพนม สกลนคร มุกดาหาร และขอนแก่น

(2.2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1297.9 มิลลิเมตร ได้แก่บริเวณจังหวัดร้อยเอ็ด ชัยภูมิ อุบลราชธานี สุรินทร์ และนครราชสีมา

(3) ภาคกลาง ได้แก่บริเวณที่อยู่ตามลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบบริเวณขอบของที่ราบทางตะวันตกและทางตะวันออกเฉียงเหนือ จะเป็นเทือกเขาสูง ปริมาณน้ำฝนที่ตก 4,333.9 มิลลิเมตร

(4) ภาคตะวันออกเฉียงใต้ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,221.2 มิลลิเมตร ได้แก่ บริเวณที่อยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ คือ ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงใต้

(5) ภาคใต้ ลักษณะเป็นคาบสมุทรแคบ ๆ ที่มีเทือกเขานครศรีธรรมราชและเทือกเขาภูเก็ตเป็นแกนกลางของคาบสมุทร เขตนี้แบ่งเป็น 2 เขตย่อย คือ

(5.1) บริเวณตะวันออกของเขตใต้ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,897.7 มิลลิเมตร

(5.2) บริเวณตะวันตกของเขตใต้ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,938.5 มิลลิเมตร

ทรัพยากรดินกับความแห้งแล้ง

ลักษณะดินในพื้นที่ต่าง ๆ จะแตกต่างกันตามวัตถุดิบกำเนิดดิน ลักษณะภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ระยะเวลาในการเกิดดิน รวมทั้งปัจจัยชีวภาพอื่น ๆ ดังนั้น คุณสมบัติของดินแต่ละพื้นที่ จึงส่งผลกระทบในการก่อให้เกิดความแห้งแล้งแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้ว การพิจารณาความแห้งแล้งจากทรัพยากรดิน สามารถพิจารณาได้จากความชื้นในดิน ทั้งสภาพที่เป็นน้ำและสภาพน้ำที่อนุภาคของดินยึดไว้ด้วยแรงยึดระดับต่าง ๆ ซึ่งค่าจำกัดความของค่าที่ใช้เกี่ยวกับความชื้นในดิน มีดังนี้

(1) ดินแห้ง (Dry soil) หมายถึง สภาพความชื้นในดินที่ถูกน้ำยึดไว้รอบ ๆ อนุภาค ของดิน ด้วยแรงยึดที่สูงกว่า 15 Bar ซึ่งพืชล้มลุกโดยทั่วไปไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อความชื้น

ของดินถึงระดับที่กล่าวนี้ พืชที่ปลูกมักมีอาการเหี่ยวเฉา ชะงักการเจริญเติบโต ยกเว้นพืชทนแล้ง และไม่ยืนต้นที่มีรากลึก

(2) ดินชื้น (Moist soil) หมายถึง สภาพความชื้นที่ดินถูกน้ำยึดไว้ด้วยแรงยึดต่ำกว่า 15 Bar ซึ่งเป็นน้ำในดินที่เรียกว่า Field capacity พืชส่วนใหญ่นำมาใช้ประโยชน์ได้

(3) ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated soil) หมายถึง สภาพความชื้นของดินที่ช่องว่างในดินมีน้ำขังอยู่เต็ม 100% ในทางทฤษฎี

จากการศึกษาความชื้นของดิน โดยอาศัยปัจจัยเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ ระดับน้ำใต้ดิน การระบายน้ำของดิน ปริมาณและการกระจายของฝน รวมทั้งพืชพรรณ สามารถแบ่งระดับความชื้นของดินออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

(1) ความชื้นแบบ Aquic พบในบริเวณที่ราบต่ำและที่ราบลุ่มต่าง ๆ ในฤดูฝนมีน้ำขังหรือมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ผิวดินเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีบางอย่าง เช่น เหล็ก แมงกานีส ซึ่งอยู่ในสภาพลดออกซิเจน ทำให้น้ำดำตของดินเกิดมีสีจุดประ

(2) ความชื้นแบบ Udic พบในบริเวณดินดอน ตั้งแต่อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ลงไปยังภาคใต้ทั้งหมดและพบในภาคตะวันออกตั้งแต่อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ลงไปจนถึงจังหวัดตราด จะเห็นได้ว่า ดินที่มีความชื้นในสภาพนี้พบในบริเวณฝนตกชุก (การกระจายของฝนค่อนข้างดีและสม่ำเสมอ ดังนั้น ดินจะไม่แห้ง) เมื่อนับรวมกันแล้วไม่เกิน 90 วันในรอบปี

(3) ความชื้นแบบ Ustic พบบริเวณดินดอนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ที่ราบสูงตอนกลางและภาคตะวันตก ดินที่มีสภาพความชื้นแบบนี้จะแห้ง นับรวมกันแล้วเกิน 90 วันในรอบปี

ดินที่มีปัญหาความแห้งแล้ง ตามแนวทางของการสำรวจดิน คือดินที่มีความชื้นแบบ Ustic และพอที่จะกล่าวถึงตัวดินเอง คือ ดินทรายและดินลูกรัง

ดินทราย หมายถึง ดินที่มีเนื้อดินตอนบนเป็นดินทราย (Sand) หรือดินทรายร่วน (Loamy sand) และหนากว่า 50 ซม. แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) ดินทรายที่มีเนื้อดินเป็นทรายหรือทรายร่วน หนาเกินกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 1 เมตร

(2) ดินทรายที่มีเนื้อดินเป็นทรายหรือทรายร่วน หนาเกินกว่า 1 เมตร แต่ไม่เกิน 2 เมตร ดินทรายที่มีเนื้อดินเป็นทรายหรือทรายร่วน หนาเกินกว่า 2 เมตร



ส่วนดินลูกรังและดินตื้น หมายถึงดินที่มีชั้นดินลูกรังหรือเศษดินกรวดเกิดขึ้นเป็นชั้นหนา และแน่นจนเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช และพบภายในความลึก 50 ซม. จากผิวดินบน

จากความแตกต่างกันของคุณสมบัติของดินแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีผลต่อการกักเก็บน้ำและความชื้น การระบายน้ำของพื้นที่ และผลทางอ้อมต่อกิจกรรมของการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อการใช้น้ำ ดินจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเกิดความแห้งแล้งในพื้นที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2539 และ 2541 ปัจจุบันเป็นสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภายหลังการปฏิรูประบบราชการเมื่อเดือน ตุลาคม 2545) ได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจกำหนดพื้นที่เสี่ยงแล้ง ในเขตลุ่มน้ำภาคเหนือ ซึ่งได้แก่ ลุ่มน้ำสาละวิน แม่กก ปิง วัง ยม และลุ่มน้ำน่าน โดยปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ เขตชลประทาน จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณน้ำฝนพืชปกคลุมดิน ประวัติข้อมูลในอดีต ปริมาณน้ำท่วม แหล่งน้ำใต้ดิน เนื้อดิน และความลาดชัน สามารถประเมินพื้นที่เสี่ยงแล้งได้ใน 4 ระดับ คือแห้งแล้งมาก ค่อนข้างแห้งแล้ง กึ่งแห้งแล้ง และไม่แห้งแล้ง

โครงการวางระบบเตือนภัยด้านการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543) โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลดาวเทียม และระบบพิกัดพื้นผิวโลกมาใช้ทำการแบ่งพื้นที่ภัยแล้งออกเป็น 2 ประเภท คือ พื้นที่เกษตรน้ำฝน และพื้นที่เกษตรชลประทาน ปัจจัยที่นำมาพิจารณาคือ ปริมาณน้ำฝนรายเดือน จำนวนวันที่ฝนตกและการกระจายของฝน อัตราการระเหยของน้ำรายเดือน แหล่งน้ำใต้ดิน ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน ความลาดของพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำ และขนาดลุ่มน้ำ ผลการศึกษาได้กำหนดการพื้นที่ภัยแล้งในพื้นที่เกษตรน้ำฝน เป็น 3 ระดับคือ พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งรุนแรง พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งน้อย ส่วนระดับความรุนแรงของภัยแล้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรชลประทานแบ่งได้เป็น 5 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งสูงมาก พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งสูง พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งน้อย และพื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อภัยแล้ง โดยพิจารณาตามร้อยละของการขาดแคลนน้ำในพื้นที่

2.2.2 แนวคิดของสถิติจำแนกกลุ่มเพื่อการสร้างแบบจำลอง

ในการวิเคราะห์ข้อมูล จำเป็นที่จะต้องเข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรที่ใช้เพื่อที่จะได้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีให้มากที่สุด และทำให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องด้วย ส่วนหนึ่งที่สำคัญเกี่ยวกับลักษณะของตัว



แปรคือ ระดับของการวัด ตัวแปรส่วนมากมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ซึ่งสามารถบอกได้ว่าแต่ละกลุ่มห่างกันเท่าใด เช่น ความแตกต่างระหว่างคนที่มีความสูง 150 ซม. และคนที่สูง 140 ซม. คือ 10 ซม. ซึ่งจะมีค่าความแตกต่างเหมือนกับคนที่มีความสูง 210 ซม. และคนที่สูง 200 ซม. ซึ่งการวิจัยทางสังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ และการวิจัยเชิงสำรวจ นั้นมักจะพบข้อมูลที่มีลักษณะเป็นตัวแปรกลุ่ม (Categories) ซึ่งข้อมูลลักษณะนี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ Model ทางสถิติที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณทั่วไป ในกรณีที่ตัวแปรตามมีมาตรวัดในระดับอันดับ (Ordinal) เช่น ความรุนแรงของโรค แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ อ่อน ปานกลาง และรุนแรง จะไม่สามารถบอกได้ว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มอ่อนและปานกลางมีค่าความแตกต่างเหมือนหรือเท่ากับกลุ่มปานกลางและรุนแรงเช่นเดียวกับข้อมูลเชิงปริมาณ อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้สถิติการจำแนกกลุ่มข้อมูลหรือตัวแปรเข้ามาช่วยในการแบ่งกลุ่มจะช่วยให้ผลการวิเคราะห์มีความชัดเจนยิ่งขึ้น สถิติที่ถูกนำมาใช้ในการจำแนกกลุ่มมีหลากหลาย ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์และของการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis) การวิเคราะห์การจำแนกกลุ่มข้อมูลหรือตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis ซึ่งเป็นการจำแนก หรือแบ่ง Case หรือตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Factor Analysis หรือการวิเคราะห์ปัจจัย หรือการวิเคราะห์ตัวประกอบ เป็นเทคนิคที่รวมกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ไว้ในกลุ่มหรือ Factor เดียวกัน เป็นต้น

สำหรับการวิเคราะห์การจำแนกกลุ่มข้อมูลหรือตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis เป็นการจำแนก หรือแบ่ง Case หรือตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป แบ่งเป็น 2 เทคนิคย่อย คือ Hierarchical cluster analysis และ K-means cluster analysis โดย Case ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะที่คล้ายกัน ส่วน Case ที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่ต่างกัน โดยที่ตัวแปรที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีความสัมพันธ์กันมากกว่าตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกัน โดยทั่วไปแล้วการทำ Cluster analysis มักจะใช้จัดกลุ่ม case เพื่อจะเป็นประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ เช่น การตลาด การแพทย์ การปกครอง เป็นต้น

K-means cluster analysis เป็นเทคนิคในการจำแนกตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อย จะใช้เมื่อมีจำนวน Case มาก ต้องมีการกำหนดจำนวนกลุ่มที่แน่นอนไว้ล่วงหน้า โดยเทคนิคนี้จะมีการทำงานหลาย ๆ รอบ (Iteration) โดยในแต่ละรอบจะมีการรวม Case ให้ไปอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยเลือกกลุ่มที่ Case นั้นมีระยะห่างจากค่ากลางของกลุ่มน้อยที่สุดแล้วนำไปคำนวณค่ากลางของกลุ่มใหม่ ทำอย่างนี้จนค่ากลางของกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งตัวแปรที่นำมาใช้ต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ที่เป็นชนิดอันดับหรืออัตราส่วน โดยในการจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วย เทคนิค



K-means cluster analysis ต้องมีการทำ Standardized ชุดข้อมูลตัวแปรก่อนเสมอ ซึ่งเทคนิคนี้สามารถวิเคราะห์ชุดข้อมูลมากกว่า 200 ชุดขึ้นไปได้ดี

สำหรับการวิเคราะห์สถิติจำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มคน สัตว์ องค์กร หรือสิ่งของ ฯลฯ ออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ซึ่งในการวิเคราะห์แบบนี้ต้องทราบจำนวนกลุ่มของตัวแปรมาก่อน และ ทราบว่าแต่ละ Case อยู่ในกลุ่มใด (อาจมาจากการวิเคราะห์โดยเทคนิค K-means cluster analysis) จากนั้นนำตัวแปรทั้งหมดมาสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์กับตัวแปรตามโดยใช้หลักของการวิเคราะห์ความถดถอย ในมาตรวัดระดับ (Ordinal) เช่น ความรุนแรงของโรค ความรุนแรงของสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจแบ่งเป็น 3 ระดับ เช่น ระดับอ่อน ปานกลาง และ รุนแรง โดยทั่วไป Discriminant มักจะใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์งานด้านธุรกิจ และสังคมศาสตร์ นอกจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังนำความสัมพันธ์ที่ได้มาประมาณค่า หรือพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ (ตัวแปรตาม) จากสมการที่สร้างขึ้น โดยการเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมเพื่อให้เปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องในการพยากรณ์มีค่าสูงสุด (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2544)

2.3 วิธีการวิจัย

2.3.1 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

(1) ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ในรูปข้อมูลแผนที่เชิงเลข (Digital Map) ประกอบด้วย แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 แผนที่ขอบเขตการปกครองในระดับจังหวัด อำเภอและตำบลตามประกาศกระทรวงมหาดไทย แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้านตามประกาศกระทรวงมหาดไทย แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ แผนที่แสดงเส้นลำน้ำ แผนที่แสดงศักยภาพของชั้นหินให้น้ำ แผนที่แสดงศักยภาพการให้น้ำใต้ดินของบ่อน้ำพื้นที่ แผนที่แสดงแหล่งน้ำผิวดิน แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง แผนที่แสดงระดับชั้นความสูงและจุดความสูง แผนที่แสดงความลาดชัน แผนที่แสดงชุดดิน และแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ชลประทาน

(2) ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เป็นข้อมูลระดับทุติยภูมิ ซึ่งรวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวัน และข้อมูลพื้นฐานหมู่บ้าน (กชช.2ค)

(3) แบบสัมภาษณ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งและศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาเสี่ยงแล้งของชุมชน รายละเอียดดังภาคผนวก 2-1



2.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

(1) ประชากร

พื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดอุดรดิตถ์มีเนื้อที่ประมาณ 7,838 ตารางกิโลเมตร และมีหมู่บ้านจำนวน 472 หมู่บ้าน และพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดพิษณุโลกมีเนื้อที่ประมาณ 10,815 ตารางกิโลเมตร และมีหมู่บ้านจำนวน 978 หมู่บ้าน

(2) กลุ่มตัวอย่าง

ใช้ข้อมูลจุด (Point) ของหมู่บ้านทั้งหมดในพื้นที่ทั้ง 2 จังหวัด จำนวน 813 หมู่บ้าน และข้อมูลจุดระยะ 1 กิโลเมตรจำนวน 10,649 จุด กระจายทั่วพื้นที่ทั้ง 2 จังหวัด ซึ่งสกัดโดยการใช้ Avenue Scripts (ภาคผนวก ค) ตรวจหาค่าตัวแปรเพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่เป็นประชากรตัวอย่างของพื้นที่สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ โดยชุดข้อมูลที่เป็นประชากรตัวอย่างมีทั้งหมดทั้ง 15 ตัวแปร และแบ่งออกเป็น 4 ปัจจัย สำหรับใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งตามสาเหตุปัจจัย ดังนี้

1) ปัจจัยด้านน้ำฝน มีจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตก รายปีเฉลี่ย และปริมาณฝนที่ตกสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย จากข้อมูลสถิติ 30 ปี (พ.ศ. 2515 - 2544) โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศจำนวน 145 สถานี ในเขตจังหวัดพิษณุโลก จังหวัดอุดรดิตถ์ และจังหวัดใกล้เคียง

2) ปัจจัยด้านอุทกวิทยาและลุ่มน้ำ มีจำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ ความหนาแน่นของบ่อน้ำเฉลี่ย (กชช.2ค.) ความสามารถให้น้ำของหินให้น้ำ (Aquifer) ความสามารถให้น้ำได้ดิน ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย และขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

3) ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน มีจำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ ระยะห่างจากเส้นลำน้ำที่ไหลทั้งปี ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างจากพื้นที่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ และระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

4) ปัจจัยด้านภูมิประเทศและดิน มีจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ ความสูงต่ำของพื้นที่ และสภาพการระบายน้ำของดินจากข้อมูลกลุ่มดิน

2.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

(1) สร้าง Project โดยโปรแกรม ArcView GIS เพื่อเรียกฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ และฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะขึ้นมาตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลพร้อมทั้งแก้ไขและปรับปรุงให้อยู่ในมาตรฐานของแผนที่เดียวกัน และสามารถสร้างความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และตารางฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะโดยการสร้างความเชื่อมโยงเชิงสัมพันธ์ (Relational)



(2) **ทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation)** ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวันเฉลี่ย เพื่อให้ได้ค่าประมาณของข้อมูลน้ำฝนที่ครอบคลุมทั่วทั้งจังหวัด การประมาณค่าเชิงพื้นที่ของข้อมูลน้ำฝนใช้กริดขนาด 40x40 ตารางเมตร (1 ไร่)

(3) **ทำพื้นที่กันชน (Buffer)** ของชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่เส้นลำน้ำ แหล่งน้ำผิวดิน พื้นที่เขตชลประทาน และตำแหน่งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า เพื่อกำหนดค่าระดับของความเสี่ยงจากระยะห่างจากตัวแปรในระยะ 1, 2, 3 และ มากกว่า 3 กิโลเมตร หลังจากนั้นทำการตัด (Clip) ชั้นข้อมูลด้วยแผนที่ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

(4) **แปลง (Convert)** ชั้นข้อมูลแบบเชิงเส้น (Vector Type) ของทุกตัวแปรให้เป็นแบบกริดหรือราสเตอร์ (Raster Type) ที่มีขนาดพื้นที่ 40x40 ตารางเมตร โดยทำการแปลง 2 แบบ คือ 1) แบบการให้ค่าของกริด (Grid Value) ตามค่าข้อมูลจริงของตัวแปรที่มีอยู่ และ 2) แบบการให้ค่าของกริดตามระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งของประเภทข้อมูลตัวแปร ซึ่งมีค่า 1 ถึง 4 ตามระดับความเสี่ยง 4 ระดับ คือ ไม่เสี่ยง/เสี่ยงต่ำมาก (ระดับ 1) เสี่ยงต่ำ (ระดับ 2) เสี่ยงปานกลาง (ระดับ 3) และเสี่ยงสูง (ระดับ 4)

(5) **สร้างข้อมูลจุดให้กระจายทั่วทั้งพื้นที่** ทั้ง 2 จังหวัด โดยระยะห่างระหว่างจุด คือ ทุก 1 กิโลเมตร รวมทั้งหมด 10,649 จุด สำหรับใช้เป็นจุดสุ่มสกัดค่าตัวอย่างข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

(6) **วิเคราะห์ Neighborhood Statistics** โดยการหาค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลในเนื้อที่ 5 ขนาด คือ 1, 9, 25, 49 และ 100 ไร่ เพื่อทดสอบหาค่าตัวแทนชุดข้อมูลที่เป็นตัวแทนของหมู่บ้านที่เป็นจุด จากนั้นทำการสกัดค่าเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนชุดข้อมูลตัวแปรหลายตัว (Multivariate Analysis of Variance : MANOVA) (ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 2-1) จากการตรวจสอบอิทธิพลของใช้ขนาดเนื้อที่กริดต่อชุดข้อมูลตัวแปรปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนสูงสุดใน 1 วัน ระดับความลาดชันของพื้นที่ และระดับชั้นความสูงของพื้นที่ (ตัวแปรอื่นไม่จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์หาค่าตัวแทนของจุดหมู่บ้านเนื่องจากมีค่าข้อมูลจุดของหมู่บ้านโดยตรง) โดยใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของชุดข้อมูล พบว่า ค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลขนาดเนื้อที่ 1, 9, 25, 49 และ 100 ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนั้น สามารถใช้ชุดข้อมูลใดในการวิเคราะห์ก็ได้ แต่ในการวิจัยนี้จะใช้ชุดข้อมูลค่าเฉลี่ยของตัวแปรในเนื้อที่ 49 ไร่ เป็นตัวแทนของข้อมูลบริเวณหมู่บ้าน ทั้งนี้ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของชุดข้อมูลที่ใช้เป็นตัวแทนของจุดหมู่บ้าน



(7) สกัด (Detect) ข้อมูลจากตัวแปรทั้ง 15 ตัวแปร ใน 4 กลุ่มปัจจัย โดยใช้ข้อมูลจุดของหมู่บ้านจำนวน 813 หมู่บ้าน และข้อมูลจุดทุกระยะ 1 กิโลเมตรจำนวน 10,649 จุด เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของพื้นที่ในการวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด ได้แก่

(7.1) ชุดข้อมูลที่เป็นค่าระดับเสี่ยงแล้งตามวิธีผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดให้ระดับ 1 คือไม่เสี่ยง จนถึงระดับ 4 ซึ่งเสี่ยงมาก

(7.2) ชุดข้อมูลที่เป็นค่าจริงของตัวแปร เพื่อนำมาใช้วิธีการทางสถิติโดยเทคนิคการจำแนกกลุ่ม

๙ (8) วิเคราะห์เชิงพื้นที่และสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งเชิงพื้นที่ โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งทดสอบวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีการ คือ

(8.1) แบบการให้ค่าคะแนนโดยอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยอ้างอิงจากโครงการวางระบบเตือนภัยด้านการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543) และสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (สผ.) กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (ปัจจุบันเปลี่ยนมาเป็น สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภายหลังการปฏิรูประบบราชการเมื่อเดือน ตุลาคม 2545) วิธีนี้พิจารณาตัวแปร 2 ระดับคือ 1) ลำดับความสำคัญของตัวแปรหรือน้ำหนักถ่วงตัวแปร และ 2) ระดับคะแนนข้อมูลของตัวแปร ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งคะแนนข้อมูลของตัวแปรออกเป็น 4 ระดับคะแนน คือคะแนน 1 ถึง 4 โดยที่ความเสี่ยงในการเกิดแล้งเพิ่มขึ้นตามระดับคะแนน นอกจากนี้ยังให้ค่าน้ำหนักของกลุ่มปัจจัยด้านน้ำฝน ในอีก 2 กรณี คือ 1) ค่าน้ำหนักของกลุ่มปัจจัยเท่ากันหมด และ 2) ให้ค่าน้ำหนักกลุ่มปัจจัยไม่เท่ากัน โดยให้ด้านน้ำฝนมากกว่ากลุ่มปัจจัยอื่นอยู่ 3 เท่า (โครงการวางระบบเตือนภัยด้านการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2543)

(8.2) แบบการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้เทคนิคการจำแนก โดยการแปลงค่าตัวแปรทั้ง 15 ตัวแปรใน 4 ปัจจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ให้อยู่ในค่ามาตรฐาน (Standardized) แล้วตรวจหา (Detect) ค่ามาตรฐานทุก 1 ตารางกิโลเมตร เพื่อนำค่าที่สกัดได้เหล่านี้มาวิเคราะห์ตามหลักสถิติโดยอาศัยหลักการจำแนก K-mean เพื่อจัดกลุ่มข้อมูลในแต่ละปัจจัยออกเป็น 4 กลุ่ม จากนั้นทำการเปลี่ยนรหัสใหม่ (Recoded) ตามความหมายของค่าสถิติของตัวแปรที่ใช้จำแนก จากนั้นใช้หลักการจำแนก Discriminant เพื่อจำแนกอีกครั้งด้วยปัจจัยแต่ละด้าน หลังจากนั้นนำค่าระดับความแล้งที่จำแนกได้ด้วยวิธี Discriminant มาหาความสัมพันธ์กับตัวแปรแต่ละด้าน



พร้อมกับวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น เพื่อให้ได้สมการสำหรับจำแนกพื้นที่เสี่ยงแล้งที่เกิดจากปัจจัยแต่ละด้านและที่เกิดจากผลรวมของทั้ง 4 ปัจจัย

(9) วิเคราะห์หมู่บ้านเสี่ยงแล้ง จากฐานข้อมูล กชช.2ค เพื่อกำหนดระดับเสี่ยงแล้งของหมู่บ้านในพื้นที่ศึกษา โดยวิเคราะห์ค่าความถี่ของการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเกษตรจากข้อมูลพื้นฐานหมู่บ้าน (กชช.2ค) จำนวน 4 ช่วงเวลา คือ ข้อมูล พ.ศ.2537, 2539, 2542 และ 2544 และใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง 2-2 โดยผลรวมของค่าระดับคะแนนของแต่ละหมู่บ้านจะถูกจำแนกออกเป็นหมู่บ้านเสี่ยงแล้งในแต่ละด้านออกเป็น 4 ระดับ โดยการเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลร่วมกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของระดับคะแนน ดังนี้

- | | |
|--|------------------------------------|
| คะแนนมากกว่าค่า $\text{mean} + 1 \text{ S.D.}$ | เป็นหมู่บ้านเสี่ยงแล้งระดับสูง |
| คะแนนระหว่างค่า mean ถึง $\text{mean} + 1 \text{ S.D.}$ | เป็นหมู่บ้านเสี่ยงแล้งระดับปานกลาง |
| คะแนนระหว่างค่า $\text{mean} - 1 \text{ S.D.}$ ถึง mean | เป็นหมู่บ้านเสี่ยงแล้งระดับต่ำ |
| คะแนนน้อยกว่าค่า $\text{mean} - 1 \text{ S.D.}$ | เป็นหมู่บ้านไม่เสี่ยงแล้ง |

ภาพ 2-1 ได้สรุปแนวทางในการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงแล้งด้านน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเกษตรจากฐานข้อมูล กชช 2 ค.

(10) ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ของการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้ง โดยการตรวจสอบกับข้อมูล 1) หมู่บ้านขาดแคลนน้ำจากข้อมูล กชช.2ค และ 2) การตรวจสอบภาคสนาม โดยใช้แบบสัมภาษณ์ ซึ่งผลการตรวจสอบจะนำไปสู่การคัดเลือกวิธีวิเคราะห์เชิงพื้นที่และนำมาใช้เป็นแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง สำหรับประเมินระดับความเสี่ยงแล้งของพื้นที่ศึกษา

(11) ประเมินเนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เสี่ยงแล้ง โดยทำการแปลง (Convert) ข้อมูลแผนที่พื้นที่เสี่ยงแล้งจากชนิดกริดให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงเส้น (Vector) จากนั้นนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2543 มาทำการ Overlay Analysis เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงแล้งจำแนกตามประเภทการใช้ที่ดินโดยเน้นการใช้ที่ดินสำหรับทำการเกษตร 3 ประเภท คือ พื้นที่ทำนา พื้นที่ทำสวน และพื้นที่ทำไร่

ตาราง 2-2 เกณฑ์การจัดระดับการขาดแคลนน้ำของหมู่บ้านที่ได้จากข้อมูล กชช. 2 ค

ตัวชี้วัด	เกณฑ์การชี้วัด	ระดับ คะแนน
น้ำสะอาด สำหรับดื่ม และบริโภค	จำนวนครัวเรือนที่มีน้ำสะอาดดื่มเพียงพอตลอดปี	
	- ตั้งแต่ร้อยละ 95 ขึ้นไปของครัวเรือนทั้งหมด	1
	- ร้อยละ 63-94 ของครัวเรือนทั้งหมด	2
	- ร้อยละ 50-63 ของครัวเรือนทั้งหมด	3
	- น้อยกว่าร้อยละ 50 ของครัวเรือนทั้งหมด	4
น้ำใช้	จำนวนครัวเรือนที่มีน้ำใช้เพียงพอตลอดปี	
	- มากกว่าร้อยละ 90 ของครัวเรือนทั้งหมด	1
	- ระหว่างร้อยละ 70-90 ของครัวเรือนทั้งหมด	2
	- ระหว่างร้อยละ 50-70 ของครัวเรือนทั้งหมด	3
	- น้อยกว่าร้อยละ 50 ของครัวเรือนทั้งหมด	4
น้ำเพื่อ การเกษตร	ใช้เกณฑ์การทำเกษตรฤดูแล้ง เพื่อทำนาครั้งที่ 2 การปลูกพืชไร่ อายุสั้น พืชไร่อายุยาว และการปลูกพืชอื่น ๆ ดังนี้	
	- เพียงพอสำหรับการทำนาครั้งที่ 2 หรือไม่เพียงพอสำหรับการ ปลูกพืช 1 ประเภท	1
	- ไม่เพียงพอสำหรับการทำนาครั้งที่ 2 และไม่เพียงพอสำหรับการ ปลูกพืช 1 ประเภท หรือ ไม่เพียงพอสำหรับการปลูกพืช 2 ประเภท	2
	- ไม่เพียงพอสำหรับการทำนาครั้งที่ 2 และไม่เพียงพอสำหรับการ ปลูกพืช 2 ประเภท หรือ ไม่เพียงพอสำหรับการปลูกพืช 3 ประเภท	3
	- ไม่เพียงพอสำหรับการทำนาครั้งที่ 2 และไม่เพียงพอสำหรับการ ปลูกพืชมากกว่า 3 ประเภท หรือ ไม่เพียงพอสำหรับการปลูกพืช มากกว่า 3 ประเภท	4

2.4 ผลการวิเคราะห์พื้นที่และหมู่บ้านเสี่ยงแล้ง

2.4.1 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยวิธีผู้เชี่ยวชาญ

จากค่าข้อมูลดิบของ 15 ชุดตัวแปรที่แบ่งออกเป็น 4 ปัจจัย ได้แปลงมาเป็นค่าอันดับ (Ordinal) ของตัวแปรและให้ค่าน้ำหนักถ่วงตัวแปร (ดังตาราง 2-3) จากนั้นนำค่าคะแนนและค่าถ่วงน้ำหนักมาสร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$D_{rain} = 3(Rfall) + 2(Rday) + 1(Rmax) \quad (\text{สมการ 2-1})$$

$$D_{hyd} = 2(Welldens) + 2(Aquifer) + 2(Gwawai) + 1(Strdens) + 1(Wssz) \quad (\text{สมการ 2-2})$$

$$D_{swd} = 3(Stream) + 3(Wbody) + 3(Irri) + 3(Pump) \quad (\text{สมการ 2-3})$$

$$D_{phy} = 3(Soil) + 2(Slope) + 1(Elev) \quad (\text{สมการ 2-4})$$

ผลการคำนวณจากสมการข้างต้นนำมาคำนวณในสมการรวม (D_{sum}) ในการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยไว้ 2 แบบคือ แบบที่ 1) ให้ค่าคะแนนกลุ่มปัจจัยเท่ากันหมด และ แบบที่ 2) ให้ค่าคะแนนกลุ่มปัจจัยด้านน้ำฝนมากที่สุดคือเท่ากับ 3 เนื่องจากกลุ่มตัวแปรด้านน้ำฝนมีผลกระทบโดยตรงต่อความแห้งแล้ง (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2544)

$$D_{sum} = 1D_{Rain} + 1D_{Hydro4} + 1D_{Hydro5} + 1D_{Geos} \quad (\text{สมการ 2-5})$$

$$D_{sum} = 3D_{Rain} + 1D_{Hydro4} + 1D_{Hydro5} + 1D_{Geos} \quad (\text{สมการ 2-6})$$

2.4.2 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติจำแนกกลุ่ม ทำให้ได้ค่าระดับกลุ่มข้อมูล 4 ระดับตั้งแต่ 1-4 (ซึ่งหมายถึงไม่เสี่ยงจนถึงเสี่ยงมาก) จากนั้นนำค่าระดับกลุ่มข้อมูลมาวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นกับชุดข้อมูลค่ามาตรฐานของตัวแปรในปัจจุบันแต่ละด้าน ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้านตามปัจจัยสาเหตุ ทำให้ได้สมการเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงแล้งตามสาเหตุออกเป็น 4 สมการ (สมการ 2-7 ถึง สมการ 2-10) เมื่อนำสมการทั้ง 4 มาสร้างสมการถดถอยเพื่อใช้ประเมินระดับเสี่ยงแล้งรวม ได้ผลการวิเคราะห์ดังสมการ 2-11

$$D_{rain} = -0.491(zRfall) - 0.337(zRday) - 0.338(zRmax) \quad (\text{สมการ 2-7})$$

$$D_{hyd} = -0.084(zWelldens) - 0.459(zAquifer) - 0.522(zGwawai) + 0.056(zStrdens) - 0.115(zWssz) \quad (\text{สมการ 2-8})$$

$$D_{swd} = -0.250(zStream) + 0.548(zWbody) + 0.157(zIrri) +$$



$$0.052(z_{\text{Pump}}) \quad (\text{สมการ 2-9})$$

$$D_{\text{phy}} = 0.584(z_{\text{Slope}}) + 0.176(z_{\text{Elev}}) + 0.356(z_{\text{Soil}}) \quad (\text{สมการ 2-10})$$

$$D_{\text{sum}} = 0.351D_{\text{rain}} + 0.331D_{\text{hyd}} + 0.373D_{\text{swd}} + 0.396D_{\text{phy}} \quad (\text{สมการ 2-11})$$

โดยที่

D_{rain}	หมายถึง	ค่าระดับความเสี่ยงแล้งของพื้นที่ด้านน้ำฝน
D_{hyd}	หมายถึง	ค่าระดับความเสี่ยงแล้งของพื้นที่ด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ
D_{swd}	หมายถึง	ค่าระดับความเสี่ยงแล้งของพื้นที่ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน
D_{phy}	หมายถึง	ค่าระดับความเสี่ยงแล้งของพื้นที่ด้านสภาพภูมิประเทศและดิน
D_{sum}	หมายถึง	คะแนนระดับความเสี่ยงแล้งของพื้นที่จากผลรวมของทุกปัจจัย
z_{Rfall}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในรอบ 30 ปี
z_{Rday}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยในรอบ 30 ปี
z_{Rmax}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของปริมาณน้ำฝนสูงสุดใน 1 วันเฉลี่ยในรอบ 30 ปี
z_{Welldens}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของความหนาแน่นของบ่อน้ำ
z_{Aquifer}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของศักยภาพชั้นหินให้น้ำ
z_{Gwavail}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของความสามารถให้น้ำของบ่อน้ำ
z_{Strdens}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย
z_{Wssz}	หมายถึง	ค่าในรูปมาตรฐานของตัวแปรขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
z_{Stream}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของระยะห่างจากเส้นลำน้ำ
z_{Wbody}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน
z_{Irri}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของระยะห่างจากเขตพื้นที่ชลประทาน
z_{Pump}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า
z_{Slope}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของระดับความลาดชัน
z_{Elev}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของระดับชั้นความสูง
z_{Soil}	หมายถึง	ค่ามาตรฐานของการระบายน้ำของดิน

ตาราง 2-3 ช่วงค่าตัวแปร ค่าคะแนนตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักตัวแปร แบบอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ

ตัวแปร	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ระดับคะแนน
ปัจจัยด้านน้ำฝน		
1. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (30 ปี)	3	
- น้อยกว่า 1,039.90 มม.		4
- ระหว่าง 1,039.90 – 1329.64 มม.		3
- ระหว่าง 1,329.64 – 1,623.44 มม.		2
- มากกว่า 1,623.44 มม.		1
2. จำนวนวันที่ฝนตกภายในปีเฉลี่ย (30 ปี)	3	
- น้อยกว่า 60.66 วัน		4
- ระหว่าง 60.66 – 78.55 วัน		3
- ระหว่าง 78.55 – 96.44 วัน		2
- มากกว่า 96.44 วัน		1
3. ปริมาณฝนที่เคยตกสูงสุดในรอบปีเฉลี่ย (30 ปี)	1	
- น้อยกว่า 153.48 มิลลิเมตร		4
- ระหว่าง 153.48 – 200.62 มิลลิเมตร		3
- ระหว่าง 200.62 – 247.76 มิลลิเมตร		2
- มากกว่า 247.76 มิลลิเมตร		1
ปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ		
1. ความหนาแน่นของบ่อน้ำเฉลี่ย	2	
- น้อยกว่า 5.45 บ่อ/ตร.กม.		4
- ระหว่าง 5.45 – 15.41 บ่อ/ตร.กม.		3
- ระหว่าง 15.41 – 25.37 บ่อ/ตร.กม.		2
- มากกว่า 25.37 บ่อ/ตร.กม.		1



ตาราง 2-3 (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ระดับคะแนน
2. ความสามารถให้น้ำของชั้นหินให้น้ำ (Aquifer)	2	
- น้อยกว่า 5 ลบ.ม./ชั่วโมง		4
- ระหว่าง 5 – 10 ลบ.ม./ชั่วโมง		3
- ระหว่าง 10 – 15 ลบ.ม./ชั่วโมง		2
- มากกว่า 15 ลบ.ม./ชั่วโมง		1
3. ความสามารถให้น้ำของบ่อบาดาล	2	
- น้อยกว่า 5 ลบ.ม./ชั่วโมง		4
- ระหว่าง 5 – 7.50 ลบ.ม./ชั่วโมง		3
- ระหว่าง 7.50 – 10.00 ลบ.ม./ชั่วโมง		2
- มากกว่า 10.00 ลบ.ม./ชั่วโมง		1
4. ความหนาแน่นของลำน้ำในกลุ่มน้ำย่อย	1	
- น้อยกว่า 0.15 กม./ตร.กม.		4
- ระหว่าง 0.15 – 0.30 กม./ตร.กม.		3
- ระหว่าง 0.30 – 0.45 กม./ตร.กม.		2
- มากกว่า 0.45 กม./ตร.กม.		1
5. ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	1	
- มากกว่า 3,000 ตร.กม.		4
- ระหว่าง 2,000 – 3,000 ตร.กม.		3
- ระหว่าง 1,000 – 2,000 ตร.กม.		2
- น้อยกว่า 1,000 ตร.กม.		1
ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ		
1. ระยะห่างจากเส้นลำน้ำที่ไหลทั้งปี	3	
- มากกว่า 3,000 เมตร		4
- ระหว่าง 2,000 – 3,000 เมตร		3
- ระหว่าง 1,000 – 2,000 เมตร		2
- น้อยกว่า 1,000 เมตร		1



ตาราง 2-3 (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ระดับคะแนน
2. ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน	3	
- มากกว่า 3,000 เมตร		4
- ระหว่าง 2,000 – 3,000 เมตร		3
- ระหว่าง 1,000 – 2,000 เมตร		2
- น้อยกว่า 1,000 เมตร		1
3. พื้นที่ชลประทาน	3	
- มากกว่า 2,000 เมตร		4
- ระหว่าง 1,000 – 2,000 เมตร		3
- ระหว่าง 1,000 เมตร		2
- ในเขตชลประทาน		1
4. ระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	3	
- มากกว่า 3,000 เมตร		4
- ระหว่าง 2,000 – 3,000 เมตร		3
- ระหว่าง 1,000 – 2,000 เมตร		2
- น้อยกว่า 1,000 เมตร		1
ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน		
1. สภาพการระบายน้ำของดินจากข้อมูลกลุ่มดิน	3	
- การระบายน้ำดี – ดีเกินไป		4
- การระบายน้ำปานกลาง – ดี		3
- การระบายน้ำเลว – ปานกลาง		2
- การระบายน้ำเลวมาก – เลว		1

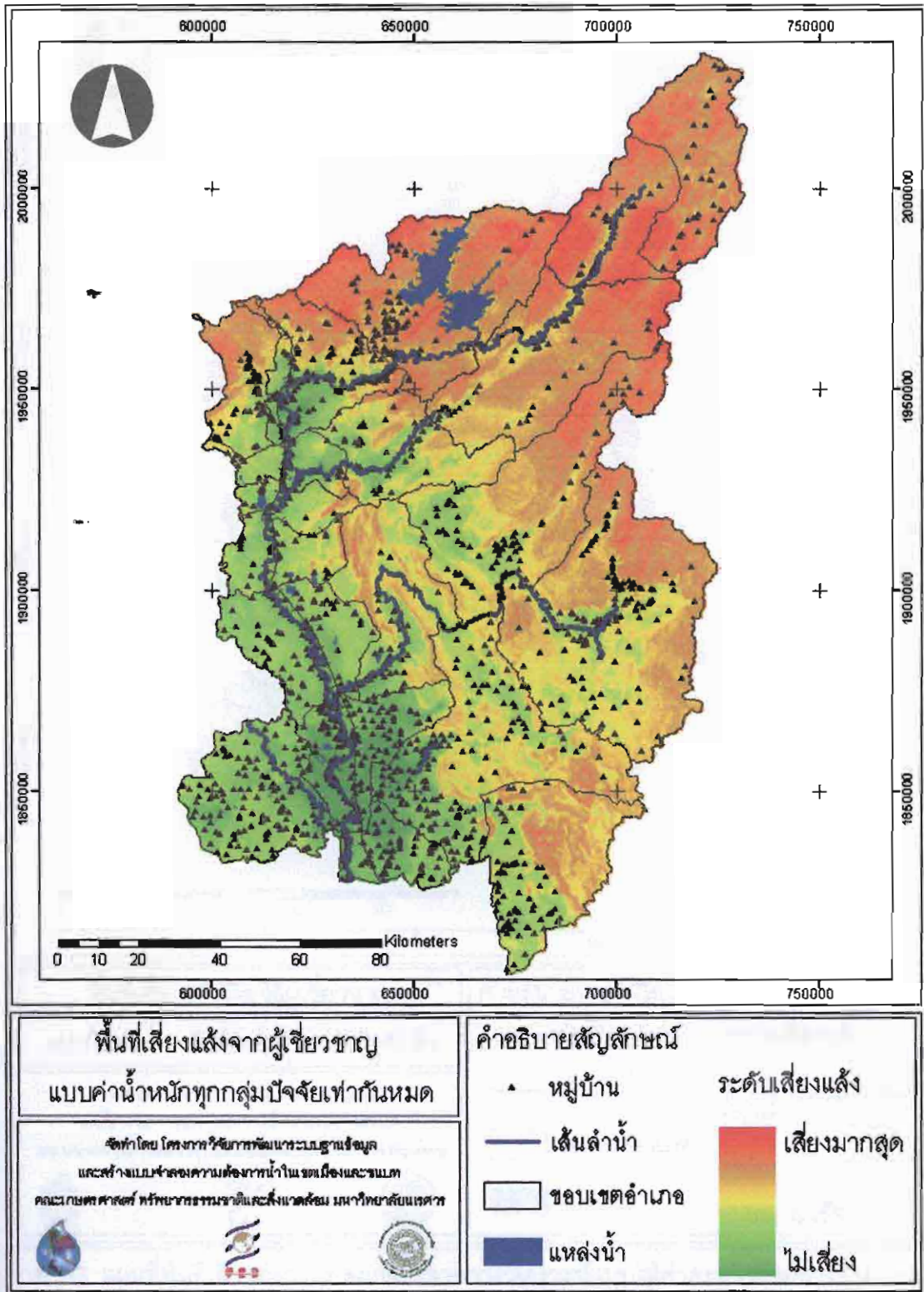


ตาราง 2-3 (ต่อ)

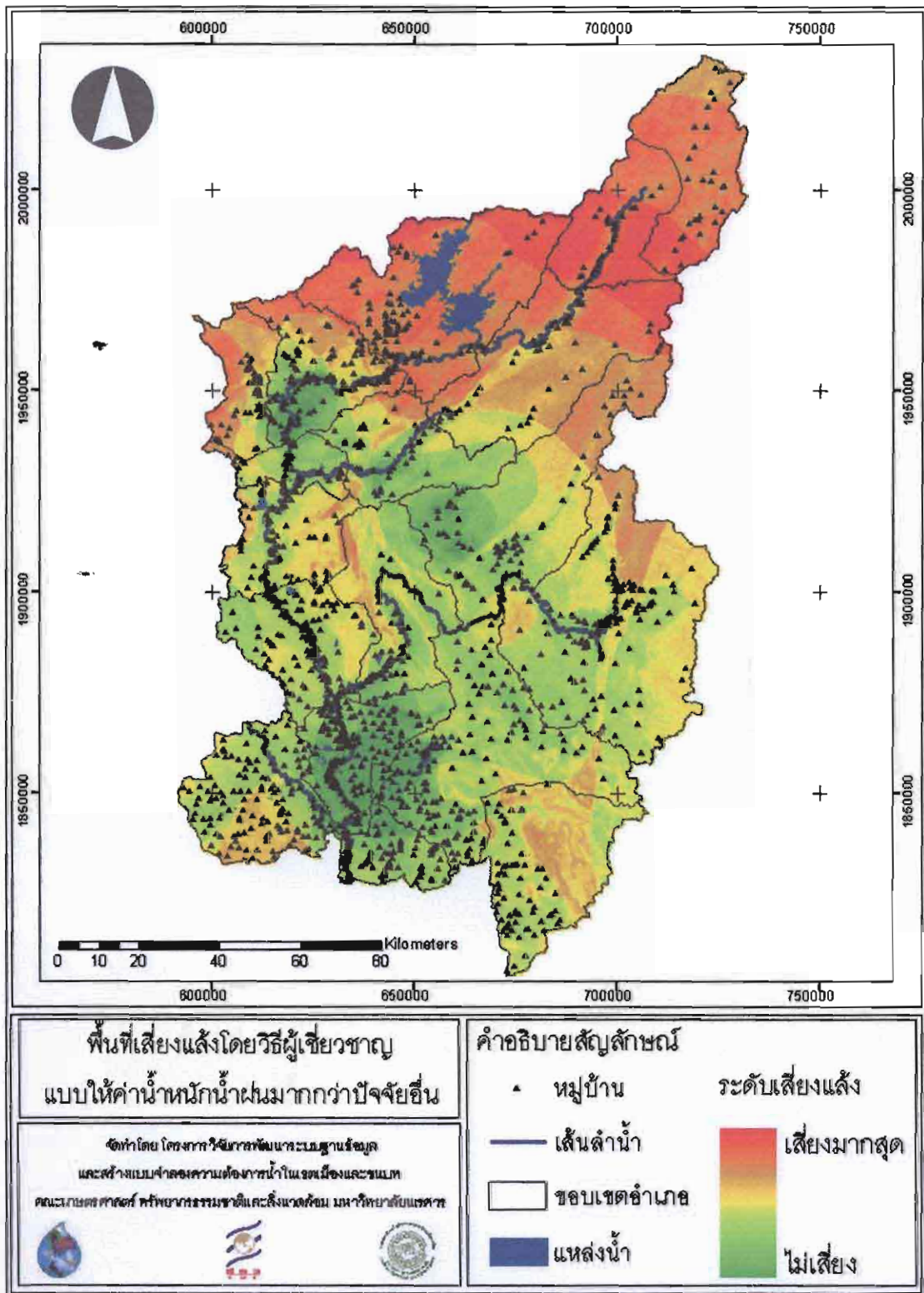
ตัวแปร	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ระดับคะแนน
2. ความลาดชันของพื้นที่	2	
- มากกว่า 30%		4
- ระหว่าง 15 – 30 %		3
- ระหว่าง 6 – 15 %		2
- น้อยกว่า 6.00%		1
3. สภาพพื้นที่	1	
- พื้นที่สูง จาก รทก. มากกว่า 600 เมตร		4
- พื้นที่ดอน สูงจาก รทก. 300 – 600 เมตร		3
- พื้นที่ราบ สูงจาก รทก. 100 – 300 เมตร		2
- พื้นที่ราบลุ่ม สูงจาก รทก. น้อยกว่า 100 เมตร		1

ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งด้านการเกษตรด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ สามารถแสดงได้ในรูปของแผนที่ดังแสดงในภาพที่ 2-2 และ 2-3 และผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่มแสดงในภาพ 2-4 ถึง 2-8 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่มพบว่า แบบจำลองความเสี่ยงแล้งของพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 จังหวัด เป็นผลมาจากปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน ($R^2=0.92$) มากกว่าปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ($R^2=0.90$) ปัจจัยด้านน้ำฝน ($R^2=0.89$) และปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ($R^2=0.79$) ตามลำดับ เมื่อใช้ทุกปัจจัยร่วมกันมาสร้างแบบจำลองความเสี่ยงแล้งรวม พบว่าแบบจำลองในสมการ 2-11 สามารถอธิบายความเสี่ยงต่อแล้งของพื้นที่ได้ร้อยละ 95.4 ($R^2=0.954$)

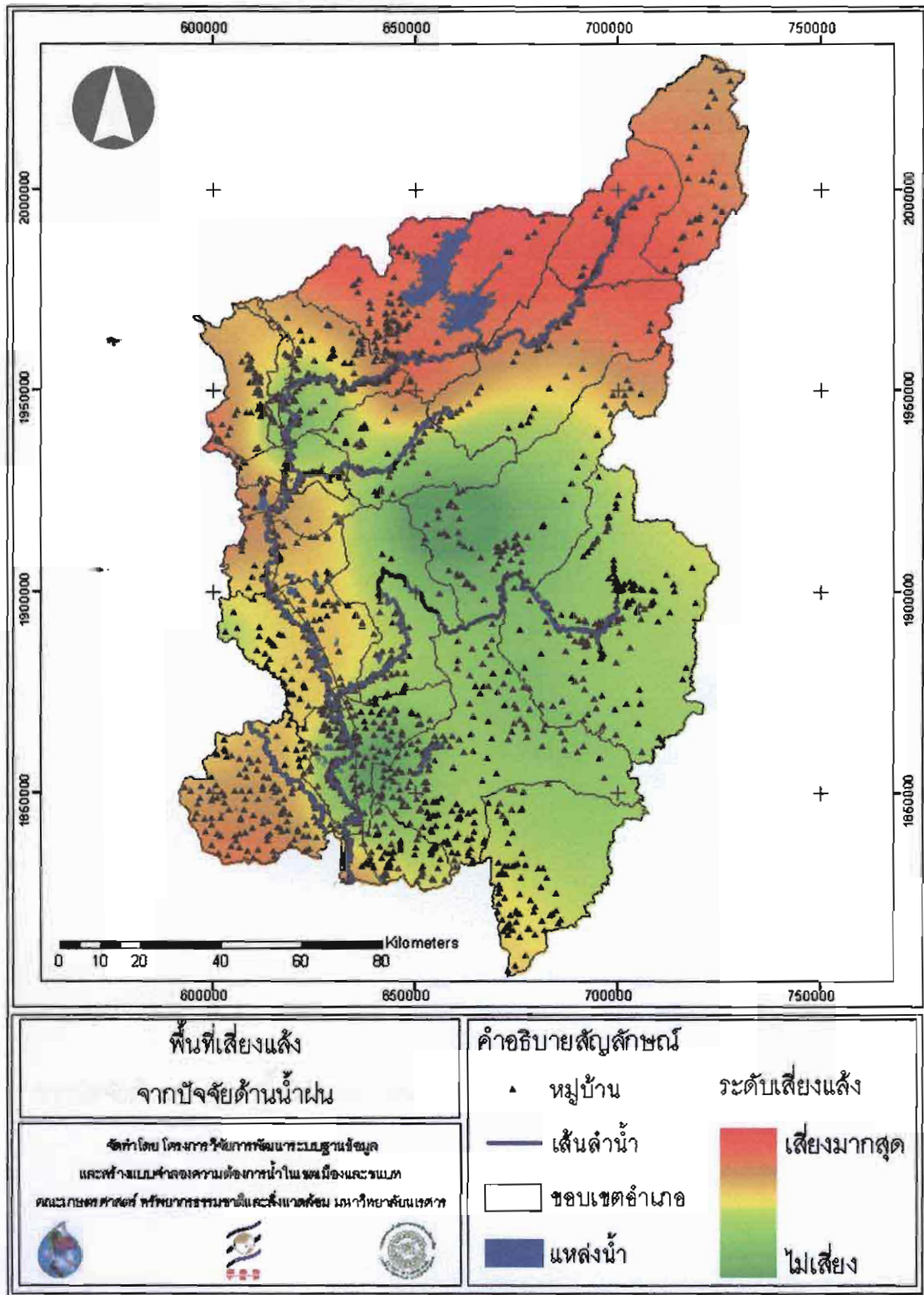
จากผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติจำแนกกลุ่ม สามารถสรุปค่าสหสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่มีต่อระดับเสี่ยงแล้งตามแบบจำลองในสมการ 2-11 ได้ดังตาราง 2-4 และเมื่อเปรียบเทียบช่วงค่าตัวแปรตามระดับคะแนนตัวแปรที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งตามวิธีการประเมินโดยระบบผู้เชี่ยวชาญและการใช้สถิติการจำแนกกลุ่มได้ผลสรุปดังตาราง 2-5



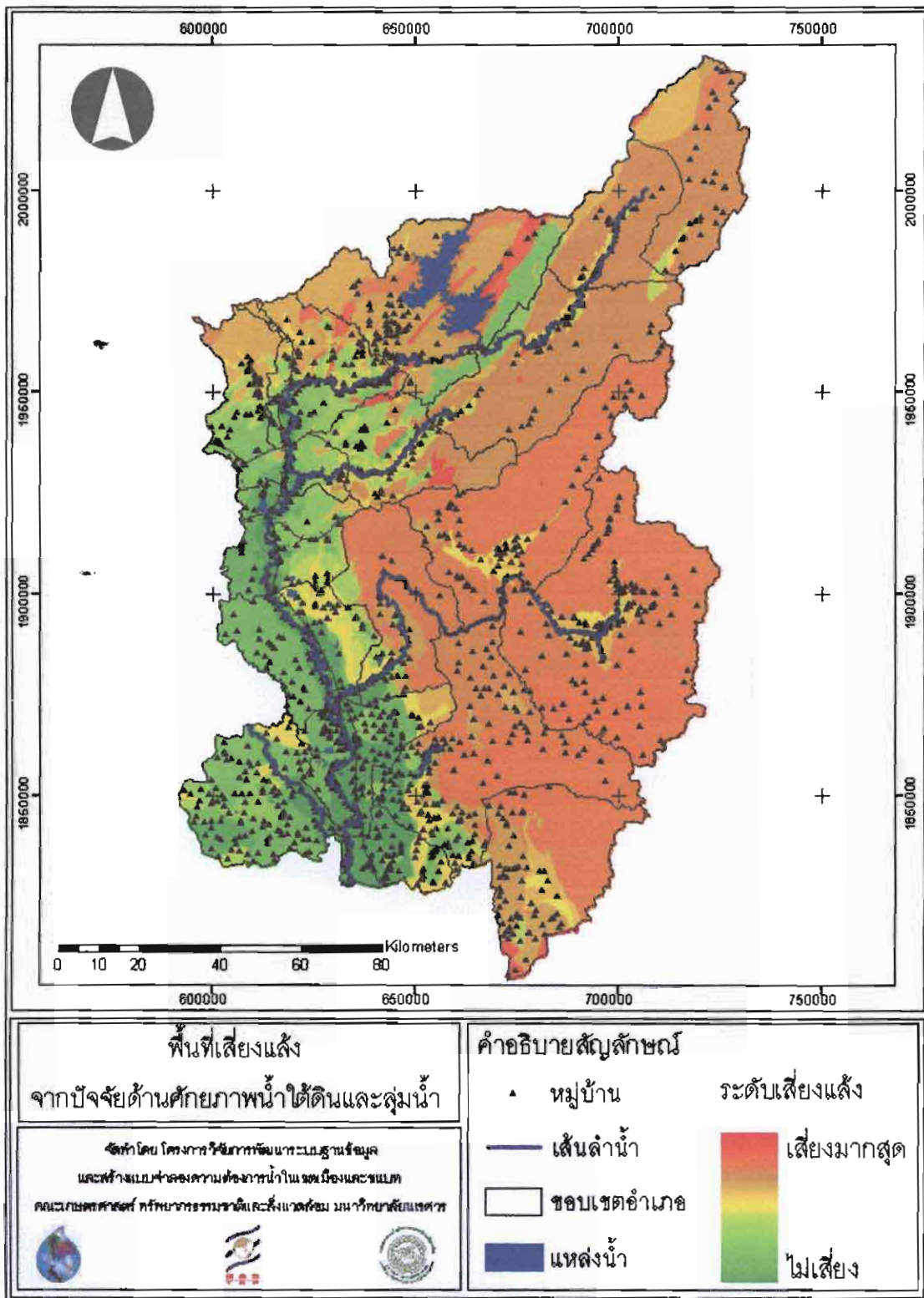
ภาพ 2-2 แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจากการวิเคราะห์แบบให้ค่าคะแนนโดยอ้างอิงมาจาก
ผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ค่าน้ำหนักทุกกลุ่มปัจจัยเท่ากันหมด



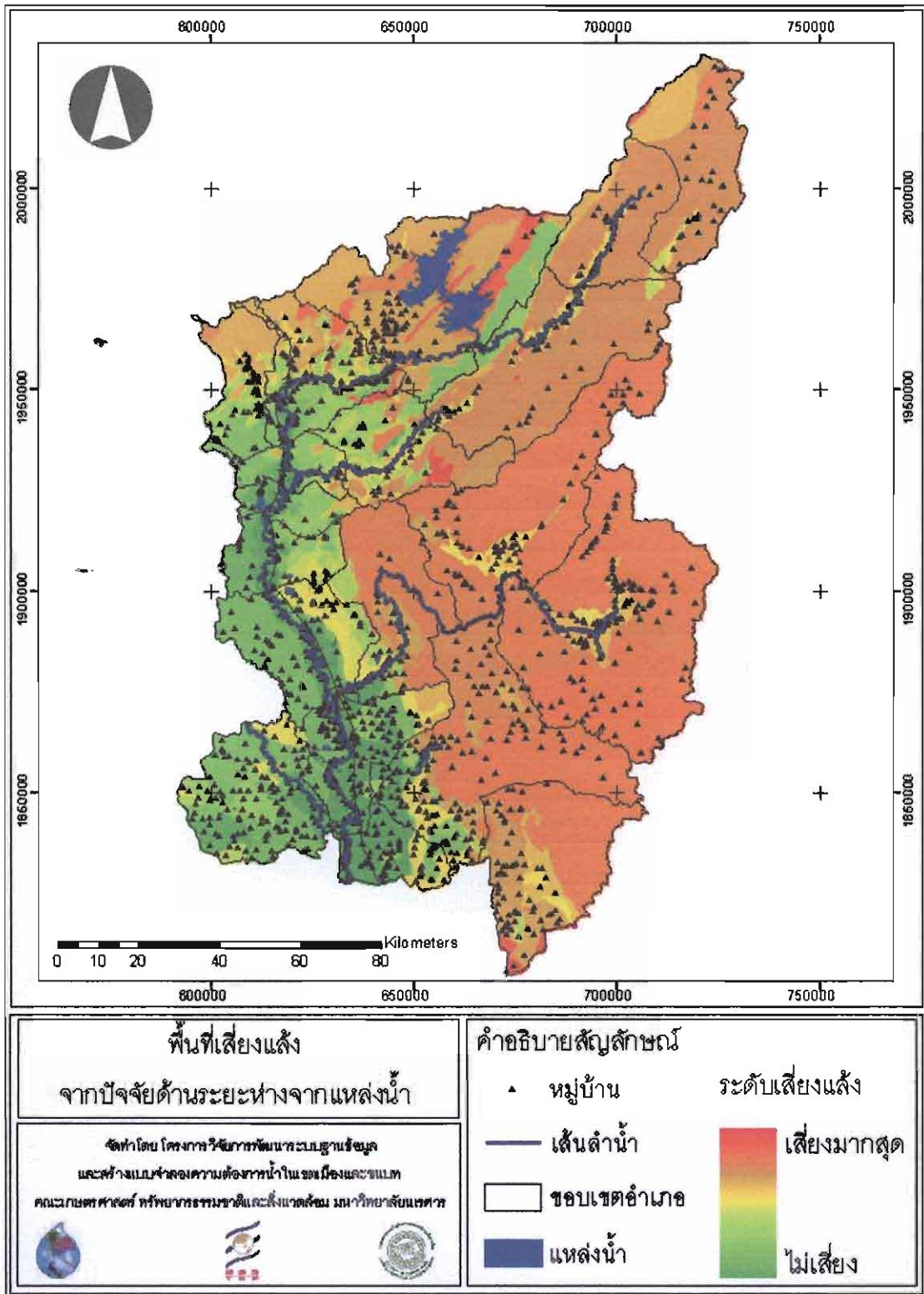
ภาพ 2-3 แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจากการวิเคราะห์แบบให้ค่าคะแนนโดยอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ค่าน้ำหนักกลุ่มปัจจัยด้านน้ำฝนเท่ากับจำนวนทุกกลุ่มปัจจัยรวมกัน



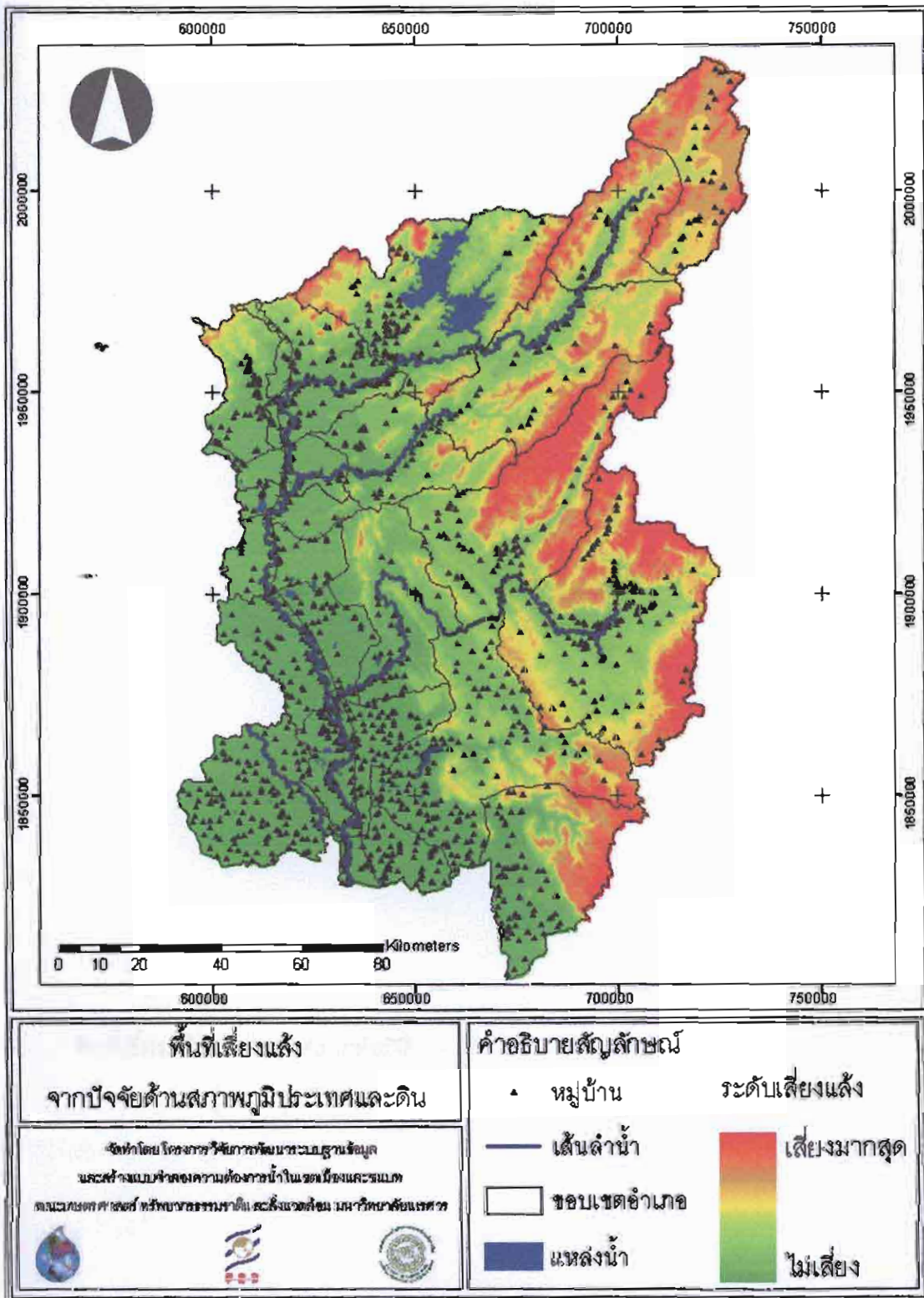
ภาพ 2-4 แผนที่พื้นที่เสี่ยงแล้งจากปัจจัยด้านน้ำฝน



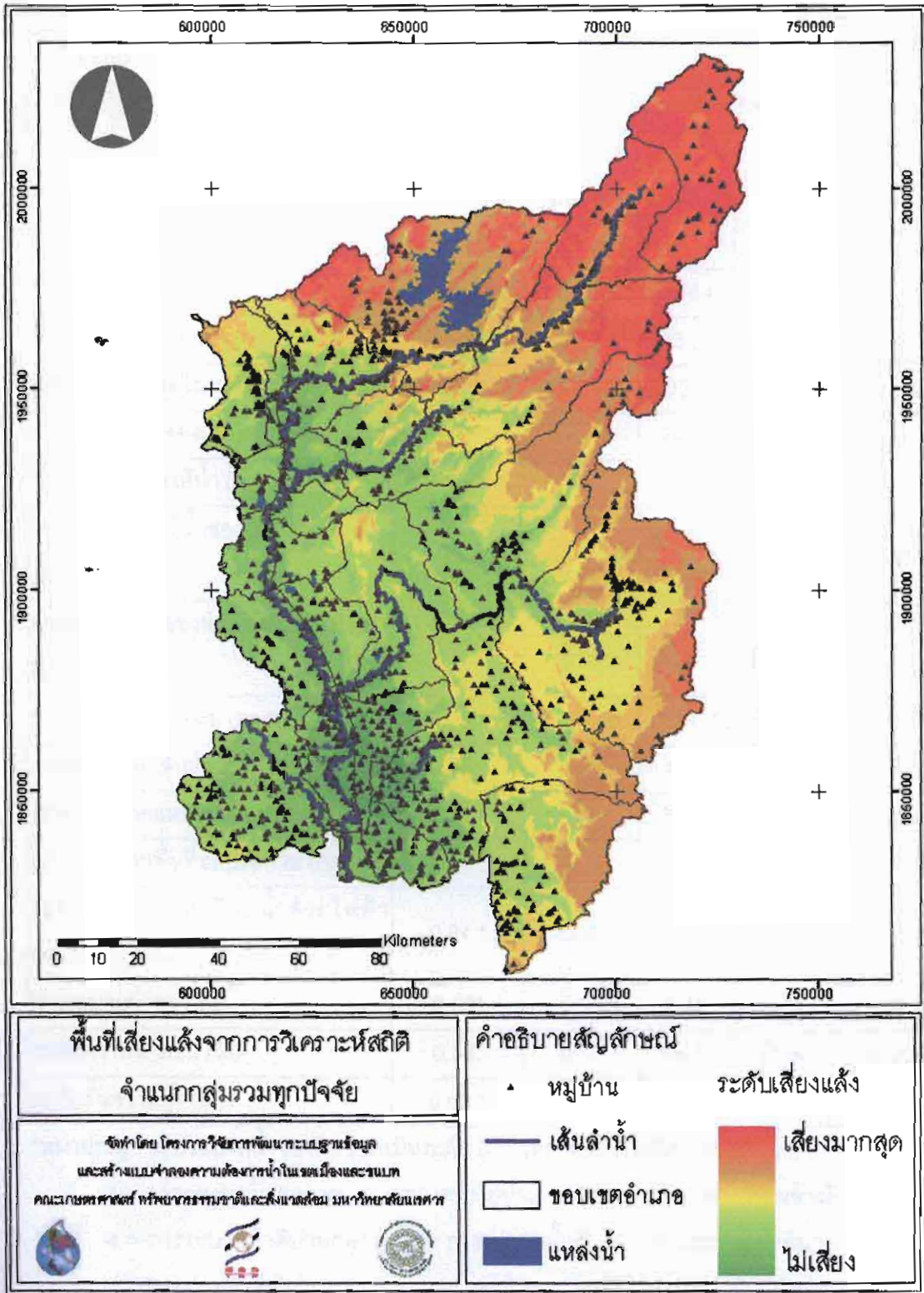
ภาพ 2-5 แผนที่พื้นที่เสี่ยงแล้งจากปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ



ภาพ 2-6 แผนที่พื้นที่เสี่ยงแล้งจากปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ



ภาพ 2-7 แผนที่พื้นที่เสี่ยงแล้งจากปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน



ภาพ 2-8 แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแล้งจากการวิเคราะห์สถิติจำแนกกลุ่มรวมทุกปัจจัย

ตาราง 2-4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามระดับเสี่ยงแล้ง โดยสถิติการจำแนกกลุ่ม

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามระดับเสี่ยง			
		ไม่เสี่ยง	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ปริมาณน้ำฝน (มม.)	- 0.44*	1,580.02	1,384.42	1,251.77	1,049.85
จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	- 0.15*	106.34	93.23	79.75	67.24
ปริมาณฝนสูงสุดใน 1 วัน (มม.)	- 0.62*	242.33	182.61	134.64	68.88
ความหนาแน่นของบ่อน้ำ (บ่อ/ตร.กม.)	- 0.28*	56.74	24.18	8.01	1.38
ศักยภาพชั้นหินให้น้ำ (ลบ.ม./ชม.)	- 0.56*	15.22	10.60	6.41	1.50
ความสามารถให้น้ำของบ่อบาดาล (ลบ.ม./ชม.)	- 0.52*	20.00	15.00	5.43	2.00
ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย (กม./ ตร.กม.)	0.12 *	0.42	0.28	0.14	0.05
ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตร.กม.)	0.13 *	1,002.82	1,854.72	5,581.78	17,740.00
ระยะห่างจากเส้นลำน้ำ (กม.)	0.35 *	1.31	4.88	8.80	15.34
ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน (กม.)	0.77 *	10.37	37.08	62.97	104.68
ระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน (กม.)	0.36 *	3.01	9.33	16.75	25.41
ระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า (กม.)	0.84 *	13.67	48.88	81.85	132.92
การระบายน้ำของดิน*	0.60*	0.01	3.18	5.00	6.02
ระดับความลาดชัน (%)	0.53*	2.01	18.11	37.86	53.98
ระดับชั้นความสูง (ม.)	0.62 *	145.95	485.32	777.74	1,173.23

*หมายเหตุ: การระบายน้ำของดิน แบ่งเป็นระดับ 0 = แหล่งน้ำขัง (ไม่มีการระบายน้ำ) ,

1 = การระบายน้ำเลวมาก , 2 = การระบายน้ำเลว , 3 = การระบายน้ำค่อนข้างดี ,

4 = การระบายน้ำดีปานกลาง , 5 = การระบายน้ำดี , 6 = การระบายน้ำดีมาก และ 7

= การระบายน้ำดีเกินไป

* p-value < 0.05



ตาราง 2-5 เปรียบเทียบช่วงค่าตัวแปรตามระดับคะแนนตัวแปร ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงแล้งตามวิธีการประเมินโดยระบบผู้เชี่ยวชาญและการใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

ระดับ น้ำหนัก	ช่วงค่าตัวแปรตามวิธีการประเมิน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงค่าตัวแปรโดยใช้ สถิติการจำแนกกลุ่ม
ปัจจัยด้านน้ำฝน		
	1. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (30 ปี)	
4	- น้อยกว่า 1,039.90 มม.	- น้อยกว่า 1,168.44 มม.
3	- ระหว่าง 1,039.90 – 1329.64 มม.	- 1,168.44 - 1,322.47 มม.
2	- ระหว่าง 1,329.64 – 1,623.44 มม.	- 1,322.47 - 1,296.86 มม.
1	- มากกว่า 1,623.44 มม.	- มากกว่า 1,503.69 มม.
	2. จำนวนวันที่ฝนตกภายในปีเฉลี่ย (30 ปี)	
4	- น้อยกว่า 60.66 วัน	- น้อยกว่า 76.84 วัน
3	- ระหว่าง 60.66 – 78.55 วัน	- 76.84 - 87.60 วัน
2	- ระหว่าง 78.55 – 96.44 วัน	- 87.60 - 95.60 วัน
1	- มากกว่า 96.44 วัน	- มากกว่า 95.60 วัน
	3. ปริมาณฝนที่เคยตกสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย (30 ปี)	
4	- น้อยกว่า 153.48 มม.	- น้อยกว่า 149.02 มม.
3	- ระหว่าง 153.48 – 200.62 มม.	- 149.02 – 177.83 มม.
2	- ระหว่าง 200.62 – 247.76 มม.	- 177.83 – 216.14 มม.
1	- มากกว่า 247.76 มม.	- มากกว่า 216.14 มม.
ปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ		
	1. ความหนาแน่นของบ่อน้ำเฉลี่ย	
4	- น้อยกว่า 5.45 บ่อ/ตร.กม.	- น้อยกว่า 2.70 บ่อ/ตร.กม.
3	- ระหว่าง 5.45 – 15.41 บ่อ/ตร.กม.	- 2.70 – 4.99 บ่อ/ตร.กม.
2	- ระหว่าง 15.41 – 25.37 บ่อ/ตร.กม.	- 4.99 – 30.61 บ่อ/ตร.กม.
1	- มากกว่า 25.37 บ่อ/ตร.กม.	- มากกว่า 30.61 บ่อ/ตร.กม.

ตาราง 2-5 (ต่อ)

ระดับ น้ำหนัก	ช่วงค่าตัวแปรตามวิธีการประเมิน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงค่าตัวแปรโดยใช้ สถิติการจำแนกกลุ่ม
2. ความสามารถให้น้ำของชั้นหินให้น้ำ		
4	- น้อยกว่า 5 ลบ.ม./ชม.	- น้อยกว่า 8.81 ลบ.ม./ชม.
3	- ระหว่าง 5 – 10 ลบ.ม./ชม.	- 8.81 – 10.92 ลบ.ม./ชม.
2	- ระหว่าง 10 – 15 ลบ.ม./ชม.	- 10.92 – 11.77 ลบ.ม./ชม.
1	- มากกว่า 15 ลบ.ม./ชม.	- มากกว่า 11.77 ลบ.ม./ชม.
3. ความสามารถให้น้ำของบ่อบาดาล		
4	- น้อยกว่า 5 ลบ.ม./ชม.	- น้อยกว่า 4.35 ลบ.ม./ชม.
3	- ระหว่าง 5 – 7.50 ลบ.ม./ชม.	- 4.35 – 9.12 ลบ.ม./ชม.
2	- ระหว่าง 7.50 – 10.00 ลบ.ม./ชม.	- 9.12 – 15.45 ลบ.ม./ชม.
1	- มากกว่า 10.00 ลบ.ม./ชม.	- มากกว่า 15.45 ลบ.ม./ชม.
4. ความหนาแน่นของลำน้ำในกลุ่มน้ำย่อย		
4	- น้อยกว่า 0.15 กม./ตร.กม.	- น้อยกว่า 0.25 กม./ตร.กม.
3	- ระหว่าง 0.15 – 0.30 กม./ตร.กม.	- 0.25 – 0.34 กม./ตร.กม.
2	- ระหว่าง 0.30 – 0.45 กม./ตร.กม.	- 0.34 – 0.35 กม./ตร.กม.
1	- มากกว่า 0.45 กม./ตร.กม.	- มากกว่า 0.35 กม./ตร.กม.
5. ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย		
4	- มากกว่า 3,000 ตร.กม.	- มากกว่า 3,392 ตร.กม.
3	- ระหว่าง 2,000 – 3,000 ตร.กม.	- 1,084 – 3,392 ตร.กม.
2	- ระหว่าง 1,000 – 2,000 ตร.กม.	- 936 – 1,084 ตร.กม.
1	- น้อยกว่า 1,000 ตร.กม.	- น้อยกว่า 936 ตร.กม.

ตาราง 2-5 (ต่อ)

ระดับ น้ำหนัก	ช่วงค่าตัวแปรตามวิธีการประเมิน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงค่าตัวแปรโดยใช้ สถิติการจำแนกกลุ่ม
ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ		
	1. ระยะห่างจากเส้นลำน้ำที่ไหลทั้งปี	
4	- มากกว่า 3,000 เมตร	- มากกว่า 5.03 กม.
3	- ระหว่าง 2,000 – 3,000 เมตร	- 2.22 - 5.03 กม.
2	- ระหว่าง 1,000 – 2,000 เมตร	- 1.62 – 2.22 กม.
1	- ระหว่างน้อยกว่า 1,000 เมตร	- น้อยกว่า 1.62 กม.
	2. ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน	
4	- มากกว่า 3,000 เมตร	- มากกว่า 43.16 กม.
3	- ระหว่าง 2,000 – 3,000 เมตร	- 27.91 - 43.16 กม.
2	- ระหว่าง 1,000 – 2,000 เมตร	- 14.31 - 27.91 กม.
1	- น้อยกว่า 1,000 เมตร	- น้อยกว่า 14.31 กม.
	3. ระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน	
4	- นอกเขตระยะทางมากกว่า 2,000 เมตร	- มากกว่า 59.12 กม.
3	- นอกเขตระหว่าง 1,000 – 2,000 เมตร	- 40.18 – 59.12 กม.
2	- นอกเขตระหว่าง 0 – 1,000 เมตร	- 21.32 – 40.18 กม.
1	- ในเขตชลประทาน	- น้อยกว่า 21.32 กม.
	4. ระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	
4	- ระยะห่างมากกว่า 3,000 เมตร	- มากกว่า 18.07 กม.
3	- ระยะห่าง 2,000 – 3,000 เมตร	- 11.46 – 18.07 กม.
2	- ระยะห่าง 1,000 – 2,000 เมตร	- 8.17 – 11.46 กม.
1	- ระยะห่างน้อยกว่า 1,000 เมตร	- น้อยกว่า 8.17 กม.



ตาราง 2-5 (ต่อ)

ระดับ น้ำหนัก	ช่วงค่าตัวแปรตามวิธีการประเมิน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงค่าตัวแปรโดยใช้ สถิติการจำแนกกลุ่ม
ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน		
	1. สภาพการระบายน้ำของดินจากข้อมูลกลุ่มดิน	
4	- การระบายน้ำดี – ดีเกินไป (4)	- มากกว่า 3.82
3	- การระบายน้ำปานกลาง – ดี (3)	- 3.33 – 3.82
2	- การระบายน้ำเลว – ปานกลาง (2)	- 1.77 – 3.33
1	- การระบายน้ำเลวมาก – เลว (1)	- น้อยกว่า 1.77
	2. ความลาดชันของพื้นที่	
4	- มากกว่า 30%	- มากกว่า 23.92%
3	- ระหว่าง 15 – 30 %	- 10.17 – 23.92 %
2	- ระหว่าง 6 – 15 %	- 3.77 – 10.17 %
1	- น้อยกว่า 6.00%	- น้อยกว่า 3.77%
	3. สภาพพื้นที่ (สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง)	
4	- มากกว่า 600 เมตร	- มากกว่า 469 เมตร
3	- ระหว่าง 300 – 600 เมตร	- ระหว่าง 416 – 673 เมตร
2	- ระหว่าง 100 – 300 เมตร	- ระหว่าง 174 – 416 เมตร
1	- น้อยกว่า 100 เมตร	- น้อยกว่า 174 เมตร

2.4.3 การตรวจสอบความถูกต้อง

การวิเคราะห์ความถูกต้องของแผนที่ที่คำนวณได้จาก 2 วิธีการคือ แบบวิธีผู้เชี่ยวชาญ และแบบวิธีสถิติจำแนกกลุ่ม ทำโดยการสกัด (Detect) ค่าระดับความเสี่ยงแล้งโดยใช้ตำแหน่งจุดหมู่บ้านที่ปรากฏอยู่บนแผนที่ที่วิเคราะห์ได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้กับข้อมูล กชช.2ค และข้อมูลแบบสัมภาษณ์จากการสำรวจภาคสนาม ผลการตรวจสอบความถูกต้องพบว่า การวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติโดยการจำแนกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องดีกว่า การวิเคราะห์ด้วยวิธีการให้ค่าคะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ลักษณะ คือ เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับข้อมูล กชช.2ค และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับแบบสัมภาษณ์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) เปรียบเทียบระดับความเสี่ยงแล้งกับข้อมูล กชช.2ค

ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งได้นำผลการวิเคราะห์แบบจำลองเปรียบเทียบกับคะแนนการขาดแคลนน้ำของหมู่บ้านจากข้อมูล กชช.2ค จำนวน 1,278 หมู่บ้าน ผลการเปรียบเทียบพบว่า แบบจำลองโดยวิธีการจำแนกกลุ่มมีความถูกต้อง ดังแสดงในตารางที่ 2-6

(2) เปรียบเทียบระดับความเสี่ยงแล้งกับข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์

ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งได้ทำการวิเคราะห์แบบจำลองเปรียบเทียบกับคะแนนการเสี่ยงแล้งของหมู่บ้านจากการสำรวจภาคสนามโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ผลการเปรียบเทียบดังแสดงในตาราง 2-7

ผลของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เมื่อนำมาตรวจสอบกับข้อมูลภาคสนามพบว่า เมื่อนำข้อมูลสัมภาษณ์ครัวเรือนรายหมู่บ้านมาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้ง จะเห็นได้ว่าไม่มีจุดที่ตั้งหมู่บ้านใดที่อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งปานกลางและเสี่ยงแล้งสูง ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุจากพื้นฐานโดยธรรมชาติของมนุษย์มักตั้งชุมชนอยู่บริเวณใกล้แหล่งน้ำ บริเวณพื้นที่ราบ มีความอุดมสมบูรณ์สูง ทำให้ไม่พบหมู่บ้านใดที่อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งดังกล่าว



ตาราง 2-6 ความถูกต้องของแผนที่เสียงแล้งเทียบกับข้อมูล กชช.2ค

ระดับเสียงแล้งจากคะแนน การแล้งของหมู่บ้าน	จำนวนหมู่บ้านจากการทำ Cross Check กับแบบจำลอง		
	แบบจำลองโดยวิธีการ จำแนกกลุ่ม	แบบจำลองโดย วิธีการประเมิน แบบผู้เชี่ยวชาญ ¹	แบบจำลองโดย วิธีการประเมิน แบบผู้เชี่ยวชาญ ²
ไม่เสียง	305	287	164
เสียงต่ำ	215	204	200
เสียงปานกลาง	52	73	77
เสียงสูง	11	9	12.00
รวม	583	573	453
ความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ	45.62	44.84	35.45

หมายเหตุ :

¹ หมายถึง แบบให้ค่าน้ำหนักทุกกลุ่มปัจจัยเท่ากัน (1:1:1:1)

² หมายถึง แบบให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยด้านน้ำฝนเท่ากับจำนวนทุกกลุ่มปัจจัยรวมกัน (3:1:1:1)

ตาราง 2-7 ความถูกต้องของแผนที่เสียงแล้งเทียบกับข้อมูลแบบสัมภาษณ์

ระดับเสียงแล้งของหมู่บ้าน จากคะแนนการแล้งโดยการ สัมภาษณ์	จำนวนหมู่บ้านจากการทำ Cross Check กับแบบจำลอง		
	แบบจำลองโดยวิธีการ จำแนกกลุ่ม	แบบจำลองโดย วิธีการประเมิน แบบผู้เชี่ยวชาญ ¹	แบบจำลองโดย วิธีการประเมิน แบบผู้เชี่ยวชาญ ²
ไม่เสียง	25	26	16
เสียงต่ำ	9	8	11
เสียงปานกลาง	-	-	-
เสียงสูง	-	-	-
รวม	34	34	27
คิดเป็นร้อยละ	46.58	46.58	36.99

หมายเหตุ :

¹ หมายถึง แบบให้ค่าน้ำหนักทุกกลุ่มปัจจัยเท่ากัน (1:1:1:1)

² หมายถึง แบบให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยด้านน้ำฝนเท่ากับจำนวนทุกกลุ่มปัจจัยรวมกัน (3:1:1:1)

2.4.4 การประเมินเนื้อที่ทำการเกษตรที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ

เมื่อนำแผนที่พื้นที่เสี่ยงแล้งรวมที่วิเคราะห์โดยสถิติการจำแนกกลุ่ม มาทำการวิเคราะห์ซ้อนทับกับแผนที่ประเภทการใช้ที่ดิน โดยเน้นการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรของจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ ผลการศึกษาสามารถแสดงรายละเอียดดังตาราง 2-8 และ ตาราง 2-9

ตาราง 2-8 เนื้อที่เสี่ยงแล้งจำแนกตามประเภทการใช้ที่ดินวิเคราะห์โดยสถิติการจำแนกกลุ่ม

ประเภทการใช้ที่ดิน	เนื้อที่ตามระดับเสี่ยงแล้งของพื้นที่ (ไร่)				
	ไม่เสี่ยง	เสี่ยงต่ำ	เสี่ยงปานกลาง	เสี่ยงสูง	รวม
พื้นที่ทำนา	1,379,974	1,070,780	82,155	17,648	2,550,558
พื้นที่ทำไร่	213,769	1,544,659	886,176	486,885	3,131,489
พื้นที่ทำสวน	38,098	199,769	129,134	37,323	404,323
พื้นที่อื่น ๆ	387,839	1,492,649	2,154,079	1,538,431	5,572,999
รวม	2,019,680	4,307,857	3,251,544	2,080,287	11,659,368

ตาราง 2-9 เปรียบเทียบการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยวิธีผู้เชี่ยวชาญและสถิติจำแนกกลุ่ม

ระดับ	ระดับพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง	จำนวนเนื้อที่ ¹ (ไร่) (ร้อยละ)	จำนวนเนื้อที่ ² (ไร่) (ร้อยละ)	จำนวนเนื้อที่ ³ (ไร่) (ร้อยละ)
1	พื้นที่เสี่ยงระดับต่ำมากถึงไม่เสี่ยง	1,251,727.15 (18.52)	1,427,234.62 (21.11)	175,507.47 (2.60)
2	พื้นที่เสี่ยงระดับต่ำ	1,528,951.97 (22.62)	1,687,556.48 (24.97)	158,604.51 (2.35)
3	พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	2,962,172.39 (43.82)	2,330,702.47 (34.48)	631,469.92(9.34)
4	พื้นที่เสี่ยงสูง	1,016,523.49 (15.04)	1,313,881.43 (19.44)	297,357.94 (4.40)
รวม		6,759,375.00 (100.00)	6,759,375.00 (100.00)	

¹ แบบวิธีผู้ผู้เชี่ยวชาญโดยให้ค่าน้ำหนักทุกปัจจัยเท่ากับ 1 เท่ากันหมด

² แบบวิธีผู้ผู้เชี่ยวชาญโดยให้ค่าน้ำหนักปัจจัยด้านน้ำฝน=3 และค่าน้ำหนักปัจจัยด้านอื่นๆ=1

³ แบบวิธีสถิติจำแนกกลุ่ม



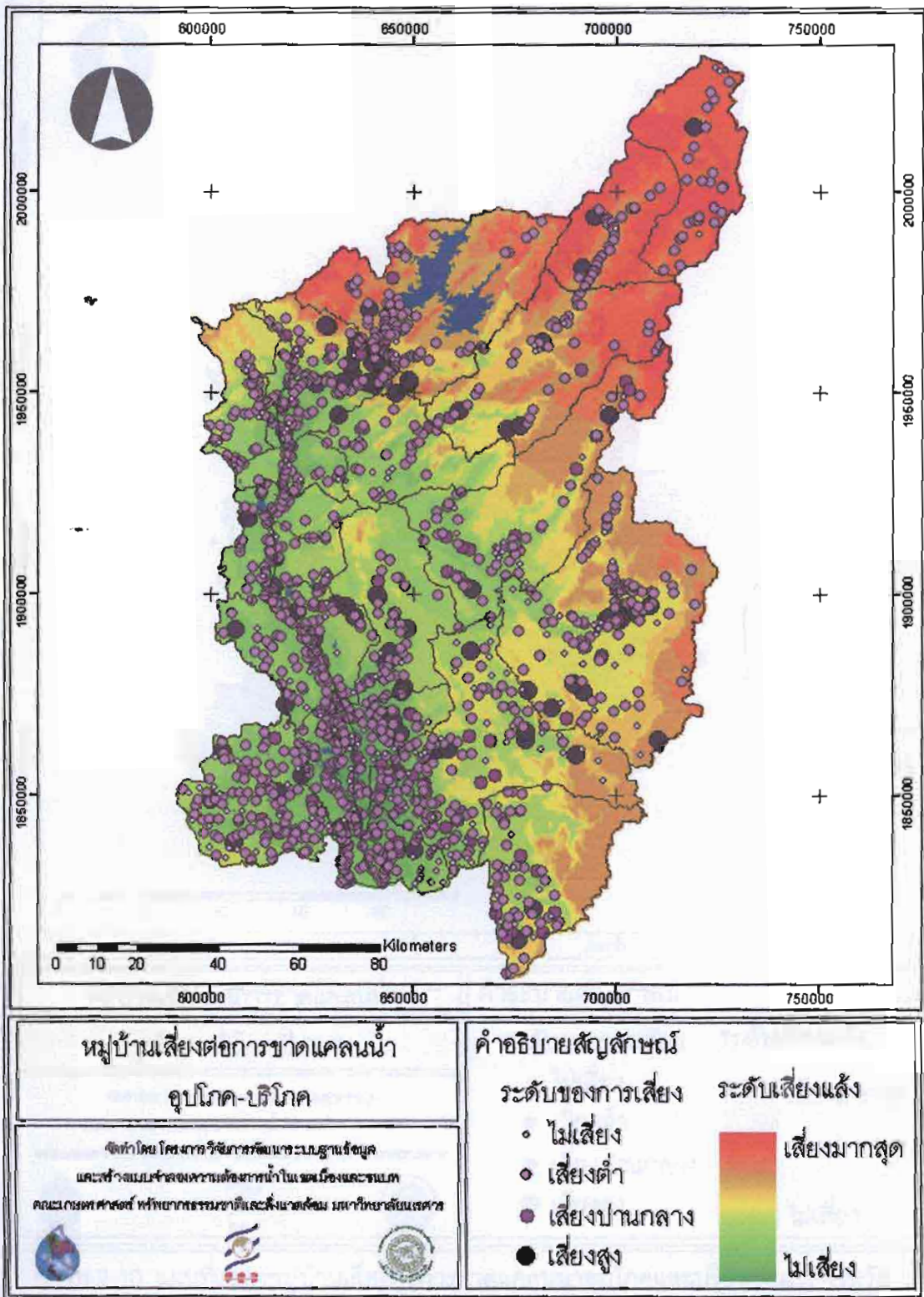
2.4.5 การประเมินหมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำด้านอุปโภคบริโภค

ในการวิเคราะห์หมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเกษตร ได้การกำหนดตัวแปรจากฐานข้อมูลสถิติ กชช.2ค ซึ่งจัดเก็บโดยกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย จำนวน 4 ครั้งที่รวบรวมจัดเก็บใน พ.ศ. 2537, 2539, 2542 และ 2544 นำมาจัดระดับความรุนแรงของหมู่บ้านที่ขาดแคลนน้ำตามวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านน้ำดื่ม ด้านน้ำใช้ และด้านน้ำเพื่อการเกษตร โดยอาศัยเกณฑ์ในตาราง 2-2 เพื่อการกำหนดระดับหมู่บ้านประสบปัญหาขาดแคลนน้ำออกเป็น 4 ระดับ การวิเคราะห์ตัวแปรใช้วิธีการจำแนกค่าคะแนนด้วยวิธีสถิติจัดกลุ่ม (K-mean) ร่วมกับวิธีสถิติจำแนกกลุ่ม (Discriminant) เช่นเดียวกับที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ ผลการวิเคราะห์และการตรวจสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์หมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเกษตร ได้ทำการเปรียบเทียบกับคะแนนการเสี่ยงขาดแคลนน้ำของหมู่บ้านจากการสำรวจภาคสนามโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ดังแสดงในภาพ 2-9 และ 2-10

จากการตรวจสอบความถูกต้องของการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเกษตรของหมู่บ้านที่ใช้ข้อมูล กชช.2ค ปี พ.ศ. 2537, 2539, 2542 และ 2544 เปรียบเทียบความถูกต้องโดยข้อมูลจากการสำรวจโดยใช้แบบสัมภาษณ์พบว่า ในการประเมินหมู่บ้านขาดแคลนน้ำในภาพรวม ปัจจัยที่มีผลต่อการขาดแคลนน้ำขาดแคลนน้ำน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเกษตร ของหมู่บ้านที่ ได้แก่ ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำโดยคิดเป็นร้อยละ 45.07 ของกลุ่มตัวอย่าง รองลงมาได้แก่ปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ปัจจัยด้านน้ำฝน และปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน โดยคิดเป็นร้อยละ 39.44, 11.29 และ 9.86 ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ในภาพรวมของการขาดแคลนน้ำพบว่ามีความถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 40.85 ดังแสดงในตาราง 2-10 เมื่อนำข้อมูลหมู่บ้านเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคเฉพาะในปี พ.ศ. 2544 ซึ่งเป็นปีที่มีข้อมูลล่าสุดของการสำรวจข้อมูล กชช.2ค พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการขาดแคลนน้ำของพื้นที่ได้แก่ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำโดยคิดเป็นร้อยละ 45.07 ของกลุ่มตัวอย่าง รองลงมาได้แก่ปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ปัจจัยด้านน้ำฝน และด้านสภาพภูมิประเทศและดิน โดยคิดเป็นร้อยละ 39.44, 16.90 และ 8.45 ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ในภาพรวมของการขาดแคลนน้ำพบว่ามีความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 40.85 ซึ่งเท่ากับผลการวิเคราะห์ข้อมูลรวมจากทุกรอบปี ดังแสดงในตาราง 2-11

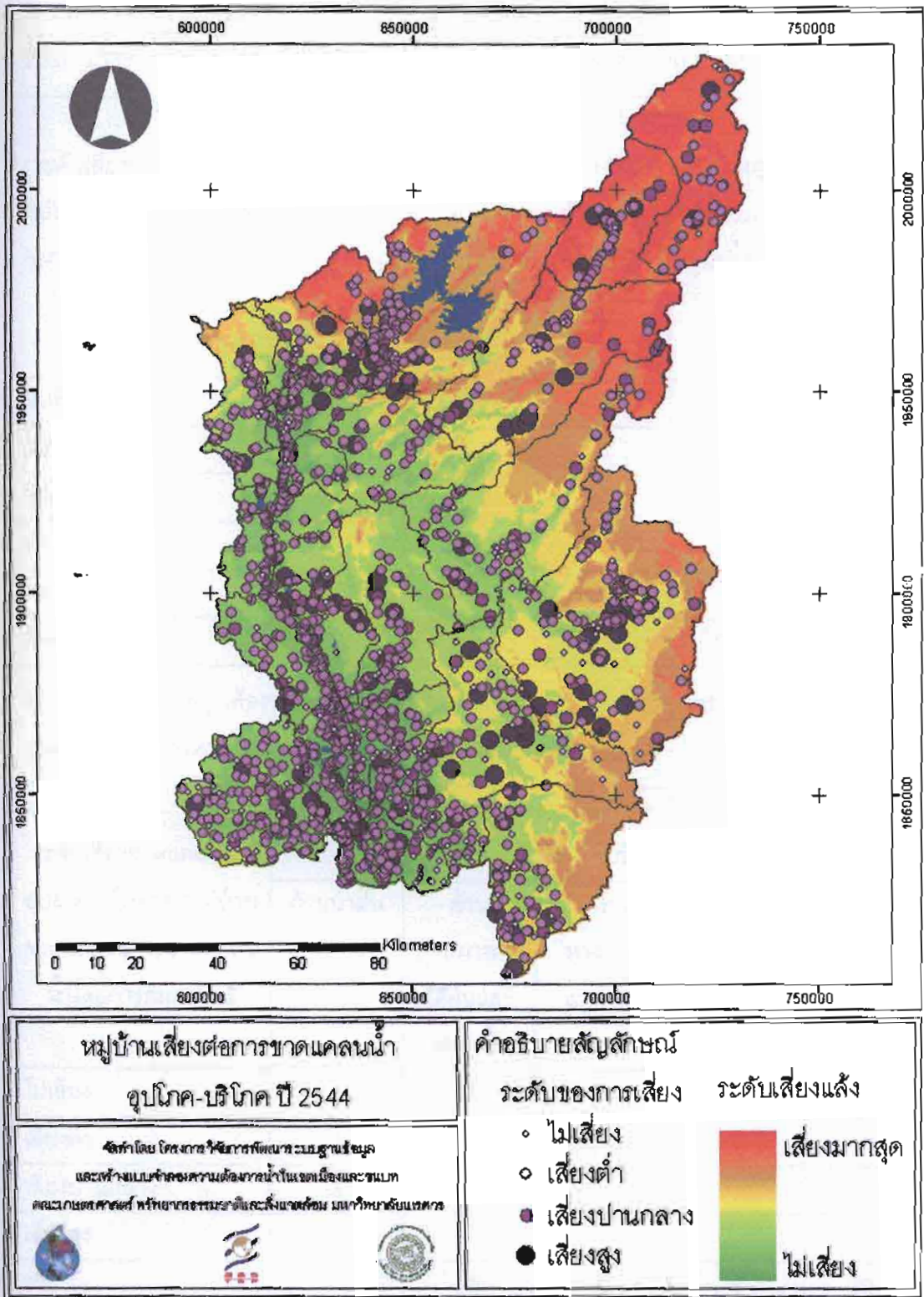
อย่างไรก็ตาม การขาดแคลนน้ำดื่มและน้ำใช้ สามารถอธิบายการขาดแคลนได้ใน 2 ด้าน คือ การขาดแคลนเชิงปริมาณซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอสำหรับการบริโภคและอุปโภค

และการขาดแคลนในเชิงคุณภาพ หมายถึง ปริมาณน้ำมีเพียงพอสำหรับการบริโภคและอุปโภคแต่น้ำไม่สะอาดพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่นำมาใช้ ปริมาณน้ำที่มีและฤดูกาล เป็นต้น ดังนั้นจากภาพ 2-9 และ 2-10 จะเห็นว่าหมู่บ้านขาดแคลนน้ำการบริโภคและอุปโภค อาจไม่สอดคล้องกับพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำด้านการเกษตรเลย



ภาพ 2-9 แผนที่แสดงหมู่บ้านเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำอุปโภคและบริโภค

ในเขตจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์



ภาพ 2-10 แผนที่แสดงหมู่บ้านเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำอุบโนคและบริโนคในเขตจังหวัด
พิษณุโลกและอุตรดิตถ์ จากข้อมูล กชช.2ค ปี 2544

ตาราง 2-10 ความถูกต้องของหมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค โดยใช้ข้อมูล กชช.2ค ปี 2537, 2539, 2542 และ 2544 เทียบกับการตรวจสอบภาคสนามโดยใช้แบบสัมภาษณ์

ระดับเสี่ยงขาดแคลนน้ำ อุปโภคบริโภคของหมู่บ้าน จากคะแนนการขาดแคลน น้ำโดยการสัมภาษณ์	หมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค โดยใช้ข้อมูล กชช.2ค ปี 2537-2544 กับปัจจัยสาเหตุ				รวม
	ด้านน้ำฝน	ด้าน ศักยภาพน้ำ ใต้ดินและ แหล่งน้ำ	ด้านระยะ ห่างจาก แหล่งน้ำ	ด้านสภาพ ภูมิประเทศ และดิน	
ไม่เสี่ยง	4	25	24	1	25
เสี่ยงต่ำ	2	2	8	6	4
เสี่ยงปานกลาง	2	1	-	-	-
เสี่ยงสูง	-	-	-	-	-
รวม	12	28	32	6	29
คิดเป็นร้อยละ	11.27	39.44	45.07	9.86	40.85

ตาราง 2-11 ความถูกต้องของหมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค โดยใช้ข้อมูล กชช.2ค ปี 2544 เทียบกับการตรวจสอบภาคสนามโดยใช้แบบสัมภาษณ์

ระดับเสี่ยงขาดแคลนน้ำ อุปโภคบริโภคของหมู่บ้าน จากคะแนนการขาดแคลน น้ำโดยการสัมภาษณ์	หมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค โดยใช้ข้อมูล กชช.2ค ปี 2544 กับปัจจัยสาเหตุ				รวม
	ด้านน้ำฝน	ด้าน ศักยภาพน้ำ ใต้ดินและ แหล่งน้ำ	ด้านระยะ ห่างจาก แหล่งน้ำ	ด้านสภาพ ภูมิประเทศ และดิน	
ไม่เสี่ยง	5	25	28	1	26
เสี่ยงต่ำ	4	1	4	5	3
เสี่ยงปานกลาง	3	2	-	-	-
เสี่ยงสูง	-	-	-	-	-
รวม	12	28	32	6	29
คิดเป็นร้อยละ	16.90	39.44	45.07	8.45	40.85

2.5 การศึกษาพื้นที่เสี่ยงแล้งจากแบบสัมภาษณ์

จากการศึกษาโดยใช้แบบสัมภาษณ์สำรวจข้อมูลจากประชากรกลุ่มตัวอย่างทั่วทุกหมู่บ้านในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ สามารถนำมาสรุปผลได้ดังนี้

2.5.1 ข้อมูลประชากร

จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 149 คน คิดเป็นร้อยละ 67.7 และมีอายุมากกว่า 55 ปี จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 29.6 ในส่วนของจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 60.4 และมีอายุ มากกว่า 55 ปี จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 29.6 (ตาราง 2-12)

ตาราง 2-12 ลักษณะประชากร

ลักษณะประชากร	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน(n=220)	ร้อยละ	จำนวน(n=101)	ร้อยละ
เพศ				
ชาย	71	32.3	40	39.6
หญิง	149	67.7	61	60.4
		100		100
อายุ				
-น้อยกว่า 25 ปี	6	2.7	3	3
26 – 35 ปี	33	15	21	20.8
36 - 45 ปี	55	25	24	23.8
46 – 55 ปี	61	27.7	23	22.8
มากกว่า 55 ปี	65	29.6	30	29.6
		100		100

2.5.2 ข้อมูลครัวเรือน

จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านของตนตั้งแต่เกิด จำนวน 138 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.7 เป็นบ้านโคต จำนวน 219 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 99.5 มี



จำนวนสมาชิกที่อาศัยอยู่ 3-4 คน จำนวน 95 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 43.3 โดยครั้วเรือนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตร จำนวน 151 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 68.6 ซึ่งแหล่งรายได้ส่วนใหญ่ในครั้วเรือนมาจากอาชีพประจำของครั้วเรือน จำนวน 201 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 91.4 และมีรายได้รวมของครั้วเรือนอยู่ระหว่าง 20,001-40,000 บาทต่อปี จำนวน 83 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 37.7 และส่วนใหญ่มีรายได้ไม่เพียงพอต่อค่าใช้จ่ายและเป็นหนี้ จำนวน 140 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 63.7 ในส่วนของข้อมูลจังหวัดอุดรดิตถ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านของตนตั้งแต่เกิด จำนวน 69 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 68.3 เป็นบ้านโคด จำนวน 96 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 95.0 มีจำนวนสมาชิกที่อาศัยอยู่ 3-4 คน จำนวน 52 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 51.5 โดยครั้วเรือนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตร จำนวน 60 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 59.4 ซึ่งแหล่งรายได้ส่วนใหญ่ในครั้วเรือนมาจากอาชีพประจำของครั้วเรือน จำนวน 99 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 98.0 และมีรายได้รวมของครั้วเรือนอยู่ระหว่าง 20,001-40,000 บาทต่อปี จำนวน 53 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 52.4 ส่วนใหญ่มีรายได้ไม่เพียงพอต่อค่าใช้จ่ายและเป็นหนี้ จำนวน 53 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 52.5 (ตาราง 2-13)

ตาราง 2-13 ข้อมูลครั้วเรือน

ข้อมูลครั้วเรือน	พิษณุโลก		อุดรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระยะเวลาที่อาศัยอยู่				
ตั้งแต่เกิด	138	62.7	69	68.3
ย้ายมาอยู่ประจำ	82	37.3	32	31.7
	220	100	101	100
ข้อมูลครั้วเรือน	จังหวัด พิษณุโลก		จังหวัด อุดรดิตถ์	
ลักษณะที่พักอาศัย				
บ้านโคด	219	99.5	96	95
ทาวเฮาส์				
ห้องชุด				
ห้องแถวเรือนแถว	1	0.5	2	2

ตาราง 2-13 (ต่อ)

ตึกแถว			3	3
เรือแพ				
อื่น ๆ				
	220	100	101	100
จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่อาศัย				
1 - 2 คน	17	7.7	13	11.9
3 - 4 คน	95	43.3	52	51.5
5 - 6 คน	80	36.3	31	31.6
มากกว่า 6 คน	28	12.7	5	5
	220	100	101	100
อาชีพหลักในครัวเรือน				
การเกษตร	151	68.6	60	59.4
ค้าขาย	14	6.4	13	12.8
ลูกจ้าง/รับจ้างทั่วไป	39	17.7	13	12.8
รับจ้างการเกษตร	2	0.9	1	1
รับราชการ			5	5
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	4	1.8	0	0
เลี้ยงสัตว์	5	2.3	6	6
อื่น ๆ	5	2.3	3	3
	220	100	101	100
แหล่งรายได้ส่วนใหญ่ในครัวเรือน				
จากอาชีพประจำของครัวเรือน	201	91.4	99	98
จากอาชีพอื่น ๆ ของครัวเรือน	4	1.8	2	2
จากด้านอื่น ๆ	15	6.8	0	0
	220	100	101	100

ตาราง 2-13 (ต่อ)

รายได้รวมของครัวเรือน (บาท/ปี)				
ต่ำกว่า 20,000	32	14.5	9	8.9
20,001 – 40,000	83	37.7	53	52.4
40,001 – 60,000	40	18.2	13	12.8
60,001 – 80,000	20	9.1	10	9.9
80,001 – 100,000	17	7.7	4	4
100,001 – 120,000	11	5	2	2
120,001 – 140,000	2	0.9	2	2
140,001 – 160,000	8	3.6	5	5
160,001 – 180,000	1	0.5	1	1
180,001 – 200,000	1	0.5	1	1
มากกว่า 200,000	5	2.3	1	1
	220	100	101	100
ความเพียงพอของรายได้ต่อรายจ่ายในครัวเรือน				
ไม่เพียงพอ แต่ไม่เป็นหนี้	17	7.7	14	13.8
ไม่เพียงพอ และเป็นหนี้	140	63.7	53	52.5
เพียงพอ แต่ไม่เหลือเก็บ	53	24.1	23	22.8
เพียงพอ และเหลือเก็บ	10	4.5	11	10.9
	220	100	101	100

จากการศึกษาพฤติกรรมการใช้น้ำและอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้าน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีเครื่องซักผ้า จำนวน 142 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 64.5 โดยส่วนใหญ่ซักผ้าทุกวัน จำนวน 121 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 55.0 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีอุปกรณ์เครื่องใช้ประเภทเครื่องกรองน้ำ จำนวน 213 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 96.8 ไม่มีเครื่องสูบน้ำ จำนวน 164 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 74.5 และไม่มีเครื่องทำน้ำอุ่น จำนวน 216 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 98.2 แต่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพาหนะส่วนตัว จำนวน 189 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 85.9 และนิยมล้างรถเพียง 1 ครั้งภายในระยะเวลา 1 เดือน จำนวน 81 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 42.9 สำหรับพฤติกรรม



การใช้น้ำพบว่าส่วนใหญ่จะปิดน้ำไหลขณะล้างจาน จำนวน 210 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 95.5 และนิยมใช้ขันตักน้ำอาบ จำนวน 216 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 98.2 สำหรับประเภทส้วมที่นิยมใช้พบว่าส่วนใหญ่ใช้ส้วมแบบราดน้ำ จำนวน 217 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 98.6 ในส่วนของจังหวัดอุดรดิตถ์ จากการศึกษาพฤติกรรมการใช้น้ำและอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้าน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีเครื่องซักผ้า จำนวน 52 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 51.5 โดยส่วนใหญ่ซักผ้าทุกวัน จำนวน 42 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 41.6 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีอุปกรณ์เครื่องใช้ประเภทเครื่องกรองน้ำ จำนวน 95 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 94.1 ไม่มีเครื่องสูบน้ำ จำนวน 83 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 82.2 และไม่มีเครื่องทำน้ำอุ่น จำนวน 94 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 93.0 แต่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพาหนะส่วนตัว จำนวน 89 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 88.1 และนิยมล้างรถเพียง 1 ครั้งภายในระยะเวลา 1 เดือน จำนวน 65 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 73.0 สำหรับพฤติกรรมการใช้พบว่าส่วนใหญ่จะปิดน้ำไหลขณะล้างจาน จำนวน 88 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 87.1 และนิยมใช้ขันตักน้ำอาบ จำนวน 98 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 97.1 สำหรับประเภทส้วมที่นิยมใช้พบว่าส่วนใหญ่ใช้ส้วมแบบราดน้ำ จำนวน 93 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 92.1 (ตาราง 2-14)

ตาราง 2-14 อุปกรณ์เครื่องใช้ และลักษณะนิสัยของครั้วเรือน

ข้อมูลครั้วเรือน	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เครื่องซักผ้า				
ไม่มี	142	64.5	49	48.5
มี	78	35.5	52	51.5
	220	100	101	100
ความถี่ในการซักผ้าใน 1 สัปดาห์				
ซักทุกวัน	121	55	42	41.6
5 - 6 ครั้ง	7	3.2	3	3
3 - 4 ครั้ง	57	25.9	28	27.7
1 - 2 ครั้ง	35	15.9	28	27.7
	220	100	101	100

ตาราง 2-14 (ต่อ)

เครื่องกรองน้ำ				
ไม่มี	213	96.8	95	94.1
มี	7	3.2	6	5.9
	220	100	101	100
เครื่องสูบน้ำ				
ไม่มี	164	74.5	83	82.2
มี	56	25.5	18	17.8
	220	100	101	100
เครื่องทำน้ำอุ่น				
ไม่มี	216	98.2	94	93
มี	4	1.8	7	7
		100		100
พาหนะส่วนตัว				
ไม่มี	31	14.1	12	11.9
มี	189	85.9	89	88.1
	220	100	101	100
ความถี่ในการล้างรถใน 1 เดือน				
ไม่เคยล้าง	59	31.2	8	9.0
- 1 ครั้ง	81	42.9	65	73.0
- 2 ครั้ง	31	16.4	10	11.2
- มากกว่า 2 ครั้ง	18	9.5	6	6.7
	189	100	89	100.0
วิธีล้างจาน				
ปิดน้ำไหลขณะล้าง	210	95.5	88	87.1
เปิดน้ำไหลขณะล้าง	10	4.5	13	12.9
	220	100	101	100



ตาราง 2-14 (ต่อ)

วิธีอาบน้ำ				
ตักอาบ	216	98.2	98	97
ฝักบัว	4	1.8	3	3
	220	100	101	100
ส้วม				
แบบราดน้ำ	217	98.6	93	92.1
แบบชักโครกประหยัดน้ำ	2	0.9	8	7.9
แบบชักโครกไม่ประหยัดน้ำ	1	0.5	0	0
	220	100	101	100

๔. การเก็บสำรอน้ำใช้ในครัวเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีบ่อน้ำส่วนตัว จำนวน 138 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.7 แต่มีภาชนะเก็บสำรอน้ำ จำนวน 214 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 97.3 โดยภาชนะส่วนใหญ่จะเป็นโถ้งมังกร จำนวน 188 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 85.5 ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ การเก็บสำรอน้ำใช้ในครัวเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีบ่อน้ำส่วนตัว จำนวน 138 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.7 แต่มีภาชนะเก็บสำรอน้ำ จำนวน 214 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 97.3 โดยภาชนะส่วนใหญ่จะเป็นโถ้งมังกร จำนวน 188 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 85.5 (ตาราง 2-15)

ตาราง 2-15 การเก็บสำรอน้ำใช้ของครัวเรือน

การเก็บสำรอน้ำ	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
บ่อน้ำส่วนตัว				
ไม่มี	138	62.7	72	71.3
มี ปริมาณพอใช้ตลอดปี	63	28.6	25	24.8
มี ปริมาณน้ำไม่พอใช้	19	8.6	4	4
	220	99.9	101	100.1

ตาราง 2-15 (ต่อ)

ภาษาตะกั่วสำรองน้ำ				
ไม่มี	6	2.7	13	12.9
มี	214	97.3	88	87.1
	220	100	101	100
ประเภทภาษาในการเก็บสำรองน้ำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ถึงน้ำขนาดใหญ่	5	2.3	2	2
โถงใหญ่	152	69.1	30	29.7
โถงมังกร	188	85.5	78	77.2
แท่งคิโลหะ	2	0.9	1	1
แท่งค้วงคอนกรีต	4	1.8	11	10.9
	351	159.6	122	120.8

2.5.3 ข้อมูลสภาพแวดล้อมของหมู่บ้าน

จากการศึกษาข้อมูลสภาพแวดล้อมทั่วไปของหมู่บ้านพบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีพื้นที่ป่าไม้ภายในบริเวณหมู่บ้าน จำนวน 183 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 83.2 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ทำนา จำนวน 175 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 79.5 รองมาทำไร่ จำนวน 86 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 39.1 นอกจากนี้พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประสบปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำทุกปี จำนวน 89 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 40.5 และพบการแตกกระแหของดินเฉพาะบางแห่ง จำนวน 91 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 41.4 โดยส่วนใหญ่มีคลองห้วยอยู่ใกล้ที่ดินทำกิน จำนวน 104 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 47.3

ในส่วนพื้นที่จังหวัดอุดรธานี จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลสภาพแวดล้อมทั่วไปของหมู่บ้านพบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีพื้นที่ป่าไม้ภายในบริเวณหมู่บ้าน จำนวน 59 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 58.4 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้ทำนา จำนวน 66 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 65.3 รองมาเป็นพื้นที่ชุมชน จำนวน 63 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.4 นอกจากนี้พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยประสบปัญหาน้ำท่วม จำนวน 56 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 55.4 และพบการแตกกระแหของดินเฉพาะบางแห่ง จำนวน 44 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 43.6 โดยส่วนใหญ่มีคลองห้วยอยู่ใกล้ที่ดินทำกิน จำนวน 36 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 35.3 (ตาราง 2-16)

ตาราง 2-16 ข้อมูลสภาพแวดล้อมของหมู่บ้าน

ข้อมูลสภาพแวดล้อม	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรธานี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
พื้นที่ป่าไม้ของหมู่บ้าน				
ไม่มี	183	83.2	59	58.4
มี และไม่มีการบุกรุก	18	8.2	36	35.6
มี แต่มีการบุกรุก	19	8.6	6	6
	220	100	101	100
ประเภทการใช้ที่ดิน อันดับ 1				
ชุมชน	8	3.6	66	65.3
ทำนา	175	79.5	24	23.8
ทำไร่	30	13.6	6	5.9
ทำสวน	7	3.3	5	5
	220	100	101	100
ประเภทการใช้ที่ดิน อันดับ 2				
ชุมชน	73	33.2	63	62.4
ทำนา	34	15.5	17	16.8
ทำไร่	86	39.1	15	14.9
ทำสวน	19	8.6	6	5.9
อื่น ๆ (ไร่สวนผสม)	8	3.7	0	0
	220	100.1	101	100
ปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝน				
ไม่มี	39	17.7	56	55.4
มีบางปี	92	41.8	32	31.7
มีเป็นประจำทุกปี	89	40.5	13	12.9
	220	100	101	100
การแตกกระแหงของดิน				
ไม่มี	48	21.8	34	33.7
มีพบเฉพาะบางแห่ง	91	41.4	44	43.6

ตาราง 2-16 (ต่อ)

มีพบเห็นได้ทั่วไป	81	36.8	23	22.8
	220	100	101	100.1
แหล่งน้ำผิวดินสาธารณะที่อยู่ใกล้ที่ทำกิน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
แม่น้ำ	35	15.9	13	12.9
คลองห้วย	104	47.3	36	35.6
หนองบึง	33	15	10	9.9
สระ	14	6.4	15	14.9
อ่างเก็บน้ำ	10	4.5	11	10.9
เขื่อน	1	0.5	1	1
คลองชลประทาน	9	4.1	2	2
ฝาย	10	4.5	14	13.9
	216	98.2	102	101.1

2.5.4 การใช้น้ำตามวัตถุประสงค์

จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำฝนในการอุปโภคบริโภค และประกอบอาชีพมากที่สุด จำนวน 194 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 32.4 รองมาคือใช้น้ำประปา จำนวน 187 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 31.3 และใช้น้ำบาดาล จำนวน 98 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 16.4 ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรธานีพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำประปามากที่สุด จำนวน 88 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 37.0 รองมาคือใช้น้ำฝน จำนวน 79 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 33.2 และใช้น้ำบาดาล จำนวน 27 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 11.3 (ตาราง 2-17)

ตาราง 2-17 การใช้น้ำตามวัตถุประสงค์

การใช้น้ำตามวัตถุประสงค์	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรธานี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การใช้น้ำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
น้ำดื่มบรรจุขวด	14	2.3	24	10.1
น้ำประปา	187	31.3	88	37.0
น้ำฝน	194	32.4	79	33.2

ตาราง 2-17 (ต่อ)

น้ำบาดาล	98	16.4	27	11.3
น้ำจากโครงการชลประทาน	12	2.0	4	1.7
น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินสาธารณะ	93	15.6	16	6.7
อื่น ๆ				
	598	100	238	100

น้ำดื่มบรรจุขวดหรือแกลลอน จากการศึกษพบว่า จากกลุ่มตัวอย่างผู้ที่ใช้น้ำดื่มบรรจุขวดหรือแกลลอน จำนวน 14 ครั้วเรือน แบ่งเป็นใช้น้ำดื่มบรรจุขวด 9 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 64.3 และใช้น้ำดื่มบรรจุแกลลอน 5 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 35.7 โดยส่วนใหญ่จะซื้อไว้ใช้บริโภคตลอดทั้งปี จำนวน 6 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 40.0 โดยให้เหตุผลหลักที่ซื้อน้ำเพราะไม่มั่นใจคุณภาพน้ำประปา จำนวน 8 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 57.1 จากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 13 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 92.9 ไม่เคยประสบปัญหาการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดหรือแกลลอน ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ จากการศึกษพบว่า จากกลุ่มตัวอย่างผู้ที่ใช้น้ำดื่มบรรจุขวดหรือแกลลอน จำนวน 24 ครั้วเรือน แบ่งเป็นใช้น้ำดื่มบรรจุขวด 2 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 8.3 และใช้น้ำดื่มบรรจุแกลลอน 22 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 91.7 โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะซื้อไว้ใช้บริโภคตลอดทั้งปี โดยให้เหตุผลหลักที่ซื้อน้ำเพราะไม่มั่นใจคุณภาพน้ำประปา จำนวน 17 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 70.8 จากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 21 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 87.5 ไม่เคยประสบปัญหาการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดหรือแกลลอน (ตาราง 2-18)

ตาราง 2-18 การใช้น้ำดื่มบรรจุขวดหรือแกลลอน

การใช้น้ำดื่มบรรจุขวดหรือแกลลอน	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทน้ำดื่ม				
น้ำดื่มบรรจุขวด	9	64.3	2	8.3
น้ำดื่มบรรจุแกลลอน	5	35.7	22	91.7
	14	100	24	100

ตาราง 2-18 (ต่อ)

ช่วงเวลาที่ใช้ให้น้ำดื่ม				
เฉพาะช่วงหน้าร้อน	4	28.6	0	0
ตลอดปี	5	35.7	24	100
เฉพาะช่วงมีงาน	5	35.7	0	0
	14	100	24	100
เหตุผลหลักที่ซื้อน้ำ				
ไม่มั่นใจคุณภาพน้ำประปา	8	57.1	17	70.8
เพื่อความสะดวก	4	28.6	7	29.2
อื่น ๆ	2	14.3	0	0.0
	14	100	24	100
วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำดื่ม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ใช้ดื่ม	14	100	24	70.6
ใช้ปรุงอาหาร			10	29.4
	14	100	34	100
วิธีซื้อน้ำดื่ม				
ผู้ขายมาส่งถึงบ้าน	4	29.6	23	95.8
ไปซื้อจากร้านค้า	10	70.4	1	4.2
	14	100	24	100.0
การเคยประสบเหตุการณ์				
เคย	1	7.1	3	12.5
ไม่เคย	13	92.9	21	87.5
	14	100.0	24	100
เคยประสบเหตุการณ์				
น้ำดื่มขาดตลาด	1	50	2	50
คุณภาพไม่สะอาด	1	50	1	25
ราคาขายแพง	0	0	1	25
	2	100	4	100

ตาราง 2-18 (ต่อ)

การเป็นปัญหา				
ไม่เป็นปัญหา	1	100	5	100
	1	100	5	100

การใช้น้ำประเภบน้ำประปา พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้น้ำประปา จำนวน 187 ครั้วเรือน เป็นผู้ใช้น้ำประปาประเภทที่อยู่อาศัย โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อซักล้างและชำระร่างกาย ประปาที่ใช้ส่วนใหญ่ จำนวน 168 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 89.8 เป็นประปาของหมู่บ้าน โดยเอาน้ำจากใต้ดินมาผลิตน้ำประปา ระบบการจ่ายน้ำประปาส่วนใหญ่จ่ายน้ำตลอดวัน จำนวน 99 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 52.9 จากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 144 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 77.0 เคยประสบปัญหาการใช้น้ำประปา ปัญหาที่ประสบมากที่สุดคือ ด้านคุณภาพ จำนวน 99 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 36.7 จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้ประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำประปา จำนวน 144 ครั้วเรือน พบว่ามีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 37 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 25.7 กล่าวว่าเป็นปัญหาต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน และที่เป็นปัญหามากที่สุดคือปัญหาด้านคุณภาพน้ำประปา จำนวน 21 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 56.8 ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำประปาส่วนใหญ่ จำนวน 123 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 65.8 พอใจในบริการน้ำประปาที่ได้รับ ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ การใช้น้ำประเภบน้ำประปา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่ใช้น้ำประปา จำนวน 86 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 97.7 เป็นผู้ใช้น้ำประปาประเภทที่อยู่อาศัย โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อซักล้างและชำระร่างกาย ประปาที่ใช้ส่วนใหญ่ จำนวน 83 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 94.3 เป็นประปาของหมู่บ้าน โดยเอาน้ำจากใต้ดินมาผลิตน้ำประปา ระบบการจ่ายน้ำประปาส่วนใหญ่จ่ายน้ำตลอดวัน จากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 68 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 77.3 เคยประสบปัญหาการใช้น้ำประปา ปัญหาที่ประสบมากที่สุดคือ ด้านคุณภาพ จำนวน 48 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 38.4 จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้ประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำประปา จำนวน 68 ครั้วเรือน พบว่ามีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 26 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 38.2 กล่าวว่าเป็นปัญหาต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน และที่เป็นปัญหามากที่สุดคือปัญหาด้านคุณภาพน้ำประปา จำนวน 9 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 34.6 ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำประปาส่วนใหญ่ จำนวน 33 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 48.5 พอใจในบริการน้ำประปาที่ได้รับ (ตาราง 2-19)

ตาราง 2-19 การใช้น้ำประปา

การใช้น้ำประปา	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทผู้ใช้น้ำประปา				
ที่อยู่อาศัย	187	0	86	97.7
ที่פקกิ่งพาณิชย์	0	0	2	2.3
	187	0	88	100
วัตถุประสงค์ การใช้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ดื่ม	146	16.8	62	17.7
ทำอาหาร	179	20.6	77	21.9
ซักล้าง	187	21.5	85	24.2
ชำระร่างกาย	187	21.5	83	23.6
รดน้ำต้นไม้บริเวณบ้าน	140	16.1	43	12.3
เพื่ออาชีพเกษตร	30	3.5	1	0.3
	869	100	351	100
ประเภทน้ำประปา				
ประปาหมู่บ้าน	168	89.8	83	94.3
ประปาเทศบาล	1	0.5	1	1.1
ประปาภูมิภาค	5	2.7	1	1.1
อื่น ๆ	13	7	3	3.4
	187	100	88	100
แหล่งน้ำที่เอามาผลิตน้ำประปา				
น้ำผิวดิน	26	13.9	22	25
น้ำใต้ดิน	154	82.4	59	67.0
ไม่ทราบ	7	3.7	7	8.0
	187	100	88	100
การจ่ายน้ำประปา				
จ่ายน้ำตลอดวัน	99	52.9	59	67.0
จ่ายน้ำเฉพาะบางเวลา	88	47.1	29	33.0

ตาราง 2-19 (ต่อ)

	187	100	88	100
ระยะเวลาที่ใช้น้ำประปา				
- น้อยกว่า 5 ปี	83	44.4	8	9.1
- 5 - 10 ปี	70	37.4	51	58.0
- มากกว่า 10 ปี	34	18.2	29	33.0
	187	100	88	100
* ความเหมาะสมของราคาน้ำประปา				
ราคาถูกไป	16	8.6	6	6.8
ราคาเหมาะสมแล้ว	130	69.5	62	70.5
ราคาแพงไป	41	21.9	20	22.7
	187	100	88	100
การเคยประสบเหตุการณ์ในการใช้น้ำประปา				
เคยประสบ	144	77.0	68	77.3
ไม่เคยประสบ	43	23.0	20	22.7
	187	100	88	100
เคยประสบ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
น้ำประปาจ่ายแคบข้าง ช่วงเวลา	58	21.5	13	10.4
หยุดไหล	85	31.5	46	36.8
ไหลไม่แรง	28	10.4	18	14.4
ด้านคุณภาพ	99	36.7	48	38.4
	270	100	125	100
ความถี่ในการประสบเหตุการณ์น้ำหยุดไหล				
ทุกวัน	5	5.9	0	0.0
- สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง	12	14.1	16	34.8
- เดือนละ 1-2 ครั้ง	38	44.7	19	41.3
- ปีละ 1-2 ครั้ง	30	35.3	11	23.9
	85	100	46	100

ตาราง 2-19 (ต่อ)

ความถี่ในการประสบเหตุการณ์น้ำไหลไม่แรง				
ทุกวัน	3	10.7	2	11.1
- สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง	7	25.0	6	33.3
- เดือนละ 1-2 ครั้ง	13	46.4	4	22.2
- ปีละ 1-2 ครั้ง	5	17.9	6	33.3
	28	100	18	100
ความถี่ในการประสบเหตุการณ์น้ำด้านคุณภาพ เช่น สี กลิ่น รส				
ทุกวัน	7	7.1	4	8.3
- สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง	19	19.2	6	12.5
- เดือนละ 1-2 ครั้ง	56	56.6	31	64.6
- ปีละ 1-2 ครั้ง	17	17.2	7	14.6
	99	100	48	100
ปัญหาด้านคุณภาพน้ำที่ประสบ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ใส แต่มีตะกอน	22	9.9	6	8.0
ขุ่น	72	32.3	39	52.0
สีสนิมเหล็ก	35	15.7	10	13.3
สีอื่น ๆ	3	1.3	4	5.3
กลิ่นสนิมเหล็ก	17	7.6	9	12.0
กลิ่นคลอรีน	28	12.6	4	5.3
น้ำกระด้าง	9	4.0	0	0.0
คราบหินปูน	8	3.6	3	4.0
รสชาติ	25	11.2	0	0.0
อื่น ๆ	4	1.8	0	0.0
	223	100	75	100
การเป็นปัญหา				
ไม่เป็นปัญหา	107	74.3	42	61.8
เป็นปัญหา	37	25.7	26	38.2
	144	100	68	100

ตาราง 2-19 (ต่อ)

เป็นปัญหามากที่สุด				
น้ำประปาจ่ายแค่บาง ช่วงเวลา	7	18.9	2	7.7
หยุดไหล	9	24.3	14	53.8
ไหลไม่แรง	0	0.0	1	3.8
ด้านคุณภาพ	21	56.8	9	34.6
	37	100	26	100
การปรับปรุงบริการหน่วยงาน				
ไม่ต้องปรับปรุง	112	59.9	42	61.8
ควรปรับปรุง	75	40.1	26	38.2
	187	100	68	100
บริการน้ำประปาที่ควรปรับปรุง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ให้เปิดจ่ายน้ำทั้งวัน	35	28.5	11	15.3
ป้องกันน้ำหยุดไหล	18	14.6	21	29.2
ความแรงของการไหล	10	8.1	9	12.5
ความสะอาดของน้ำ	51	41.5	31	43.1
การจดหน่วยน้ำ/เก็บเงิน	6	4.9	0	0.0
การมีส่วนร่วมในการ บริหารจัดการ	3	2.4	0	0.0
	123	100	72	100
ความพอใจในบริการน้ำประปา				
พอใจ	123	65.8	33	48.5
ทำใจได้แม้มีปัญหา	40	21.4	25	36.8
ไม่พอใจ	24	12.8	10	14.7
	187	100	68	100

การใช้น้ำฝน จากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำฝน 194 คร้วเรือน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 151 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 77.8 มีการกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้ โดยภาชนะที่ใช้กักเก็บส่วนใหญ่

จำนวน 108 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 44.3 ใช้โองม้งกรในการกักเก็บน้ำฝน สำหรับวัตถุประสงค์หลักในการใช้น้ำฝน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 145 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 29.5 ใช้เพื่ออาชีพเกษตร และส่วนใหญ่จำนวน 111 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 57.2 เคยประสบปัญหาการใช้น้ำฝน โดยส่วนใหญ่เคยประสบปัญหาปริมาณน้ำฝนตกไม่พอสำหรับใช้ประโยชน์ จำนวน 77 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 63.6 และจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้เคยประสบปัญหา 104 ครั้วเรือน มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 71 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 68.3 ที่ถือว่าเป็นปัญหาต่อการดำรงชีวิต และข้อที่ถือว่าเป็นปัญหามากที่สุด คือ ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่พอสำหรับใช้ประโยชน์ จำนวน 61 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 85.9 ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรธานี การใช้น้ำฝน จากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำฝน 194 ครั้วเรือน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 151 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 77.8 มีการกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้ โดยภาชนะที่ใช้กักเก็บส่วนใหญ่ จำนวน 108 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 44.3 ใช้โองม้งกรในการกักเก็บน้ำฝน สำหรับวัตถุประสงค์หลักในการใช้น้ำฝน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 145 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 29.5 ใช้เพื่ออาชีพเกษตร และส่วนใหญ่จำนวน 111 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 57.2 เคยประสบปัญหาการใช้น้ำฝน โดยส่วนใหญ่เคยประสบปัญหาปริมาณน้ำฝนตกไม่พอสำหรับใช้ประโยชน์ จำนวน 77 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 63.6 และจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้เคยประสบปัญหา 104 ครั้วเรือน มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 71 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 68.3 ที่ถือว่าเป็นปัญหาต่อการดำรงชีวิต และข้อที่ถือว่าเป็นปัญหามากที่สุด คือ ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่พอสำหรับใช้ประโยชน์ จำนวน 61 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 85.9 (ตาราง 2-20)

ตาราง 2-20 การใช้น้ำฝน

การใช้น้ำฝน	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรธานี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การกักเก็บน้ำฝน				
ไม่มีการกักเก็บ	43	22.2	39	49.4
มีการกักเก็บ	151	77.8	40	50.6
	194	100	79	100
สาเหตุที่ไม่มีการกักเก็บ				
ไม่มีความจำเป็น	37	86.0	31	79.5
ไม่มีภาชนะสำหรับกักเก็บ	6	14.0	8	20.5
	43	100	39	100

ตาราง 2-20 (ต่อ)

ภาชนะที่ใช้กักเก็บ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ถังน้ำใหญ่	5	2.0	1	1.7
โอ่งใหญ่	127	52.0	24	40.0
โอ่งมังกร	108	44.3	28	46.7
แท็งค์โลหะ	1	0.4	1	1.7
แท็งค์วงคอนกรีต	2	0.8	6	10.0
ภาชนะอื่น ๆ	1	0.4	0	0.0
	244	100	60	100
วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำฝน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ดื่ม	131	26.7	29	21.3
ทำอาหาร	67	13.6	20	14.7
ซักล้าง	64	13.0	14	10.3
ชำระร่างกาย	54	11.0	8	5.9
รดน้ำต้นไม้บริเวณบ้าน	26	5.3	2	1.5
เพื่ออาชีพเกษตร	145	29.5	62	45.6
เพื่ออาชีพอื่น ๆ	4	0.8	1	0.7
	491	100	136	100
ช่วงเวลาใน 1 ปี ที่ใช้น้ำฝน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ฤดูร้อน	102	25.7	33	24.8
ฤดูฝน	183	46.1	73	54.9
ฤดูหนาว	112	28.2	27	20.3
	397	100	133	100
การเคยประสบเหตุการณ์				
เคยประสบ	111	57.2	62	78.5
ไม่เคยประสบ	83	42.8	17	21.5
	194	100	79	100

ตาราง 2-20 (ต่อ)

เคยประสบ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ปริมาณภาชนะมีไม่พอเก็บสำหรับใช้	32	26.4	8	10.8
ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่พอสําหรับใช้	77	63.6	60	81.1
คุณภาพน้ำไม่ดีพอสำหรับดื่ม	9	7.4	2	2.7
คุณภาพน้ำไม่ดีพอสำหรับใช้	2	1.7	1	1.4
คุณภาพน้ำไม่ดีพอสำหรับใช้เพื่อประกอบอาชีพ	1	0.8	3	4.1
	121	100	74	100
การเป็นปัญหา				
ไม่เป็นปัญหา	33	31.7	18	27.3
เป็นปัญหา	71	68.3	48	72.7
	104	100	66	100
ปัญหามากที่สุด				
ปริมาณภาชนะมีไม่พอเก็บสำหรับใช้	10	14.1	1	2.1
ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่พอสําหรับใช้	61	85.9	47	97.9
	71	100	48	100

จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำบาดาล จำนวน 98 ครั้วเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 58 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 59.2 ใช้น้ำบาดาลประเภทบ่อเจาะ โดยส่วนใหญ่ใช้ในการประกอบอาชีพเกษตร จำนวน 57 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 20.1 และจากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนมากเคยประสบปัญหาการใช้น้ำบาดาล จำนวน 55 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 56.1 โดยประสบปัญหาด้านปริมาณน้ำบาดาลไม่เพียงพอ จำนวน 34 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ

40.5 จากกลุ่มผู้เคยประสบปัญหาการใช้น้ำบาดาล พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 27 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 49.1 ที่ถือว่าเป็นปัญหาต่อการดำรงชีวิต และที่เป็นปัญหามากที่สุดคือ ปริมาณน้ำบาดาลไม่เพียงพอต่อการใช้ จำนวน 19 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 70.4 ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำบาดาล จำนวน 27 ครั้วเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 24 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 88.9 ใช้อบอบาดาลประเภทบ่อขุด โดยส่วนใหญ่ใช้ในการซักล้างภายในบ้าน จำนวน 23 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 31.1 และจากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เคยประสบปัญหาการใช้น้ำบาดาล มีจำนวน 11 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 40.7 โดยประสบปัญหาด้านปริมาณน้ำบาดาลไม่เพียงพอ จำนวน 8 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 57.1 จากกลุ่มผู้เคยประสบปัญหาการใช้น้ำบาดาล พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 8 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 72.7 ที่ถือว่าเป็นปัญหาต่อการดำรงชีวิต และที่เป็นปัญหามากที่สุดคือ ปริมาณน้ำบาดาลไม่เพียงพอต่อการใช้ จำนวน 6 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 75.0 (ตาราง 2-21)

ตาราง 2-21 การใช้น้ำบาดาล

การใช้น้ำบาดาล	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทบ่อบาดาลที่ใช้				
บ่อขุด (บ่อวง)	35	35.7	24	88.9
บ่อดอก (บ่อตื้น)	5	5.1	0	0.0
บ่อเจาะ (บ่อลึก)	58	59.2	3	11.1
	98	100	27	100
สถานภาพการใช้น้ำบาดาล				
ยังให้อยู่	98	100	27	100
	98	100	27	100
ช่วงฤดูที่ใช้น้ำบาดาล ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ				
ฤดูร้อน	92	34.3	27	33.3
ฤดูฝน	88	32.8	27	33.3
ฤดูหนาว	88	32.8	27	33.3
	268	100	81	100

ตาราง 2-21 (ต่อ)

เจ้าของบ่อน้ำบาดาลที่ใช้				
ส่วนตัว	92	93.9	26	96.3
อบต.	0	0.0	1	3.7
โยธา	3	3.1	0	0.0
สาธารณสุข	1	1.0	0	0.0
อื่น ๆ	2	2.0	0	0.0
	98	100	27	100
วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำบาดาล ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ				
ดื่ม	34	12.0	9	12.2
ทำอาหาร	40	14.1	14	18.9
ซักล้าง	53	18.7	23	31.1
ชำระร่างกาย	54	19.1	20	27.0
รดน้ำต้นไม้บริเวณบ้าน	43	15.2	8	10.8
เพื่ออาชีพเกษตร	57	20.1	0	0.0
เพื่ออาชีพอื่น ๆ	2	0.7	0	0.0
	283	100	74	100
การเคยประสบเหตุการณ์				
- เคยประสบ	55	56.1	11	40.7
ไม่เคยประสบ	43	43.9	16	59.3
	98	100	27	100
เคยประสบในด้าน				
ปริมาณน้ำบาดาลไม่เพียงพอ	34	40.5	8	57.1
ปัญหาสนิมเหล็ก	30	35.7	1	7.1
ปัญหาตะกอน ชื้น	18	21.4	5	35.7
ปัญหาความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำ	2	2.4	0	0.0

ตาราง 2-21 (ต่อ)

อื่น ๆ	0	0.0	0	0.0
	84	100	14	100
การเป็นปัญหา				
ไม่เป็นปัญหา	28	50.9	3	27.3
เป็นปัญหา	27	49.1	8	72.7
	55	100	11	100
ปัญหามากที่สุด				
ปริมาณน้ำบาดาลไม่เพียงพอ	19	70.4	6	75.0
ปัญหาสนิมเหล็ก	3	11.1	1	12.5
ปัญหาตะกอน ชุ่น	5	18.5	1	12.5
	27	100	8	100

จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำชลประทานพบว่า จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีผู้ใช้น้ำชลประทานจำนวน 12 ครัวเรือน แบ่งเป็นโครงการชลประทานประเภทผิวดิน จำนวน 5 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 41.7 และเป็นโครงการชลประทานประเภทสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จำนวน 7 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 58.3 โดยกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำชลประทานทั้งหมด 12 ครัวเรือน ใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตร และพืชที่ปลูกเป็นพืชหลักคือข้าว โดยส่วนใหญ่ จำนวน 10 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 83.3 จะปลูกข้าว 2 ครั้งต่อปี และส่วนใหญ่ จำนวน 10 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 83.3 ได้รับการจัดสรรน้ำจากชลประทานทุกปี จากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 ครัวเรือน เคยประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้น้ำชลประทาน ซึ่งส่วนใหญ่จะประสบปัญหาในด้านปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ จำนวน 4 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 57.1 จากกลุ่มตัวอย่างผู้ที่เคยประสบปัญหา มีเพียง 1 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 16.7 ที่ถือว่าเป็นปัญหาต่อการดำเนินชีวิต ปัญหาก็คือ ปริมาณน้ำชลประทานไม่เพียงพอต่อการใช้ในการเกษตร ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรธานี จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำชลประทานพบว่า จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีผู้ใช้น้ำชลประทานจำนวน 4 ครัวเรือน ทั้งหมดเป็นโครงการชลประทานประเภทผิวดิน ใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตร และพืชที่ปลูกเป็นพืชหลักคือข้าว จะปลูกข้าวเพียง 1 ครั้งต่อปี และกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้น้ำชลประทานทั้งหมด ได้รับการจัดสรรน้ำจากชลประทานทุกปี จากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 3

ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 75.0 เคยประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้น้ำชลประทาน ซึ่งทุกครัวเรือนจะประสบปัญหาในด้านปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ และปัญหาการแย่งกันใช้น้ำบาดาล จากกลุ่มตัวอย่างผู้ที่เคยประสบปัญหา มีจำนวน 3 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 75.0 ที่ถือว่าเป็นปัญหาต่อการดำเนินชีวิต ข้อที่เป็นปัญหามากที่สุดก็คือ ปริมาณน้ำชลประทานไม่เพียงพอต่อการใช้ในการเกษตร (ตาราง 2-22)

ตาราง 2-22 การใช้น้ำจากโครงการชลประทาน

การใช้น้ำจากโครงการ ชลประทาน	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรธานี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทโครงการชลประทานที่ใช้				
ผิวดิน	5	41.7	4	100.0
สูบน้ำด้วยไฟฟ้า	7	58.3	0	0.0
	12	100	4	100
ระยะเวลาที่มีน้ำชลประทานใช้				
- น้อยกว่า 5 ปี	3	25	0	0
- 5 – 10 ปี	2	16.7	1	25
- มากกว่า 10 ปี	7	58.3	3	75
	12	100	4	100
วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำชลประทาน				
เพื่ออาชีพเกษตร	12	0	4	0
อื่น ๆ	12	0	4	0
ชนิดพืชที่ปลูกเป็นพืชหลักในพื้นที่ชลประทาน				
ข้าว	12	100.0	4	57.1
พืชไร่	0	0.0	3	42.9
	12	100	7	100
จำนวนครั้งในการปลูกข้าว (ครั้ง/ปี)				
1 ครั้ง	1	8.3	4	100.0
2 ครั้ง	10	83.3	0	0.0

ตาราง 2-22 (ต่อ)

3 ครั้ง	1	8.3	0	0.0
	12	100	4	100
ปฏิทินการปลูกพืชการได้รับการจัดสรรน้ำชลประทาน				
ทุกปี	10	83.3	4	100.0
อื่น ๆ	2	16.7		0.0
	12	100	4	100
จำนวนครั้งที่ได้รับน้ำชลประทานปี				
- 1 ครั้ง	1	8.3	1	25.0
- 2 ครั้ง	10	83.3	3	75.0
- 3 ครั้ง	1	8.3	0	0.0
	12	100	4	100
ระยะเวลารวมในรอบ 1 ปี ที่ได้รับน้ำชลประทาน				
- น้อยกว่า 1 เดือน				
- 1 - 3 เดือน	2	16.7	1	25.0
- 4 - 6 เดือน	3	25.0	2	50.0
- 7 - 9 เดือน	7	58.3	1	25.0
	12	100	4	100
ตำแหน่งของพื้นที่ทำการเกษตร				
- ห่างจากคลองสายใหญ่ ไม่เกิน 1500 เมตร	11	91.7	3	75.0
ไม่ทราบ	1	8.3	1	25.0
	12	100	4	100
การเป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ				
ไม่เป็น	4	33.3	3	75.0
กำลังเป็น	8	66.7	1	25.0
	12	100	4	100
สภาพการเป็นกลุ่มผู้ใช้น้ำ				
รวมกลุ่มเอง	0	0	1	100

ตาราง 2-22 (ต่อ)

มีองค์กรหรือหน่วยงานมา ช่วยจัดตั้ง	8	100	0	0
	8	100	1	100
วิธีการเป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ				
ไม่เสียเงิน	2	25	1	100
เสียเงินรักษาสภาพการ เป็นสมาชิก	6	75		0
	8	100	1	100
กรณีทะเลาะวิวาทระหว่างผู้ใช้น้ำ				
ไม่เคย	5	62.5		
เคย	3	37.5	1	
	8	100	1	0
กิจกรรมนอกฤดูทำนา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ไม่ได้ทำอะไร	8	53.3	0	0.0
ปลูกพืชไร่อื่น ๆ	1	6.7	3	75.0
รับจ้างทั่วไปและแนว หมู่บ้าน	2	13.3	0	0.0
ไปทำงานรับจ้างในเมือง	2	13.3	0	0.0
หัตถกรรมในครัวเรือน	2	13.3	1	25.0
อื่น ๆ	0	0.0	0	0.0
	15	100	4	100
การเคยประสบเหตุการณ์				
- เคยประสบ	6	50	3	75
ไม่เคยประสบ	6	50	1	25
	12	100	4	100
เคยประสบด้าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อ การใช้ปลูกพืช	4	57.1	3	50.0

ตาราง 2-22 (ต่อ)

มีการแย่งกันใช้	1	14.3	3	50.0
พื้นที่ได้รับน้ำชลประทาน ไม่ทั่วถึง	2	28.6	0	0.0
	7	100	6	100
สภาพการเป็นปัญหา				
ไม่เป็นปัญหา	5	83.3	1	25.0
เป็นปัญหา	1	16.7	3	75.0
	6	100	4	100
ปัญหามากที่สุด				
ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อ การใช้ปลูกพืช	1		3	
	1	0	3	0

จากการศึกษากลุ่มผู้ใช้น้ำผิวดินสาธารณะจำนวน 93 คร้วเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำจากคลองห้วย เป็นจำนวน 45 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 48.4 โดยส่วนมีวัตถุประสงค์หลักในการใช้เพื่อการเกษตร จำนวน 70 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 75.3 และส่วนใหญ่จำนวน 49 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 70.0 พบว่าปริมาณน้ำในแหล่งน้ำผิวดินสาธารณะไม่พอใช้เพื่อประกอบอาชีพเกษตร จากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 69 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 74.2 เคยประสบปัญหาการใช้น้ำผิวดินสาธารณะในด้านปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ และจากกลุ่มตัวอย่างที่เคยประสบปัญหา มีเพียง 22 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 31.9 ที่ถือว่าเป็นปัญหาต่อการดำเนินชีวิต และข้อที่เป็นปัญหามากที่สุดคือ ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ จากการศึกษากลุ่มผู้ใช้น้ำผิวดินสาธารณะจำนวน 16 คร้วเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำจากคลองห้วย เป็นจำนวน 10 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.5 โดยส่วนมีวัตถุประสงค์หลักในการใช้เพื่อการเกษตร จำนวน 15 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 93.8 และส่วนใหญ่จำนวน 10 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 66.7 พบว่าปริมาณน้ำในแหล่งน้ำผิวดินสาธารณะเพียงพอต่อการใช้เพื่อประกอบอาชีพเกษตร จากการสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างครั้งหนึ่ง จำนวน 8 คร้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 50.0 เคยประสบปัญหาการใช้น้ำผิวดินสาธารณะในด้านปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ และจากกลุ่มตัวอย่างที่

เคยประสบปัญหา มี 5 ครั้งเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.5 ที่ถือว่าเป็นปัญหาต่อการดำเนินชีวิต และข้อที่เป็นปัญหามากที่สุดคือ ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ จำนวน 4 ครั้งเรือน คิดเป็นร้อยละ 80.0 (ตาราง 2-23)

ตาราง 2-23 การใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินสาธารณะ

การใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินสาธารณะ	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรธานี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทแหล่งน้ำผิวดินที่นำมาใช้				
แม่น้ำ	6	6.5	1	6.3
คลองห้วย	45	48.4	10	62.5
หนองบึง	35	37.6	0	0.0
สระ	5	5.4	4	25.0
อ่าง	2	2.2	1	6.3
เขื่อน	0	0.0	0	0.0
	93	100	16	100
ช่วงเวลาที่ใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ฤดูร้อน	45	23.9	10	29.4
ฤดูฝน	80	42.6	14	41.2
ฤดูหนาว	63	33.5	10	29.4
	188	100	34	100
วัตถุประสงค์หลักในการใช้น้ำ				
เพื่อบริโภค	0	0	0	0
เพื่ออุปโภค	14	15.1	1	6.3
เพื่อการเกษตร	70	75.3	15	93.8
เพื่อประกอบอาชีพอื่น	8	8.6	0	0.0
อื่น ๆ	1	1.1	0	0.0
	93	100	16	100

ตาราง 2-23 (ต่อ)

ความเพียงพอของการใช้น้ำเพื่อบริโภค				
เพียงพอ	0	0	0	0
ไม่เพียงพอ	0	0	0	0
ความเพียงพอของการใช้น้ำเพื่ออุปโภค				
เพียงพอ	14	0	1	0
ไม่เพียงพอ	0	0	0	0
	14	0	1	0
ความเพียงพอของการใช้น้ำเพื่อการเกษตร				
เพียงพอ	21	30	10	66.7
ไม่เพียงพอ	49	70	5	33.3
	70	100	15	100
ความเพียงพอของการใช้น้ำเพื่อประกอบอาชีพอื่น				
เพียงพอ	1	0	0	0
ไม่เพียงพอ	0	0	0	0
ความเพียงพอของการใช้น้ำเพื่ออื่น ๆ				
เพียงพอ				
ไม่เพียงพอ				
การเคยประสบเหตุการณ์				
- เคยประสบ	69	74.2	8	50.0
ไม่เคยประสบ	24	25.8	8	50.0
	93	100	16	100
เคยประสบเหตุการณ์ด้าน				
ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ในการปลูกพืช	65	94.2	6	75.0

ตาราง 2-23 (ต่อ)

น้ำเพียงพอ แต่มีการแย่งกันใช้	2	2.9	2	25.0
อื่น ๆ	2	2.9		0.0
	69	100	8	100
สภาพการเป็นปัญหา				
ไม่เป็นปัญหา	47	68.1	3	37.5
เป็นปัญหา	22	31.9	5	62.5
	69	100	8	100
ปัญหามากที่สุด				
ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ในการปลูกพืช	22	0	4	80
น้ำเพียงพอ แต่มีการแย่งกันใช้	0	0	1	20
อื่น ๆ	0	0	0	0
	22	0	5	100

2.5.5 ข้อมูลการขาดแคลนน้ำ

จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำ จำนวน 112 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 50.9 โดยส่วนใหญ่ประสบปัญหาด้านน้ำใช้เพื่อการเกษตร 94 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 59.9 (ตาราง 2-24)

ตาราง 2-24 ข้อมูลการขาดแคลนน้ำ

การขาดแคลนน้ำ	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การประสบปัญหาภาวะขาดแคลนน้ำ				
ไม่ประสบปัญหา	108	49.1	43	42.6
ประสบปัญหา	112	50.9	58	57.4
	220	100	101	100
ประสบปัญหาด้าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
น้ำดื่ม	34	21.7	9	11.5
น้ำใช้ในครัวเรือน	29	18.5	18	23.1
การเกษตร	94	59.9	51	65.4
	157	100	78	100

จากกลุ่มตัวอย่างผู้ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำดื่มทั้งหมด จำนวน 34 ครัวเรือน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดแคลนน้ำดื่มประเภทน้ำฝน 16 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 42.1 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 6 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 30.0 กล่าวถึงสาเหตุหลักคือมาจากฝนทิ้งช่วง รองมาคือขาดแคลนน้ำดื่มประเภทน้ำประปา 15 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 39.5 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 12 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 63.2 กล่าวถึงสาเหตุหลักที่ขาดแคลนคือน้ำประปาหยุดไหล ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ จากกลุ่มตัวอย่างผู้ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำดื่มทั้งหมด จำนวน 34 ครัวเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดแคลนน้ำดื่มประเภทน้ำประปา 6 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 46.2 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 4 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 66.7 กล่าวถึงสาเหตุหลักคือมาจากน้ำประปาหยุดไหล รองมาคือขาดแคลนน้ำดื่มประเภทน้ำฝน 4 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 28.6 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 3 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 75.0 กล่าวถึงสาเหตุหลักที่ขาดแคลนคือ ภาชนะที่ใช้สำรองน้ำไว้ใช้ไม่มีเพียงพอ (ตาราง 2-25)

ตาราง 2-25 การขาดแคลนน้ำดื่ม

การขาดแคลนน้ำดื่ม	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทน้ำที่ขาดแคลน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
น้ำดื่มบรรจุขวด/แกลลอน	1	2.6	1	7.7
น้ำประปา	15	39.5	6	46.2
น้ำฝน	16	42.1	3	23.1
น้ำบาดาล	6	15.8	3	23.1
	38	100	13	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำดื่มบรรจุขวด/แกลลอน				
น้ำดื่มที่วางขายขาดตลาด	1	100	1	100
	1	100	1	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำประปา				
น้ำประปาหยุดไหล	12	63.2	4	100.0
น้ำประปาคุณภาพไม่ดี	7	36.8	0	0
	19	100	4	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำฝน				
ฝนทิ้งช่วง	6	30	1	33.3
ฝนไม่ตกตามฤดู	5	25	0	0.0
ไม่มีภาชนะสำรองน้ำ	5	25	0	0.0
ภาชนะสำรองน้ำไว้ใช้ไม่เพียงพอ	4	20	2	66.7
	20	100	3	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำบาดาล				
ปริมาณน้ำบาดาลไม่พอใช้	3	75	2	66.7
คุณภาพน้ำบาดาลไม่ดี	1	25	1	33.3
	4	100	3	100

จากกลุ่มตัวอย่างผู้ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำใช้ในครัวเรือนทั้งหมด จำนวน 29 ครัวเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดแคลนน้ำใช้ประเภทน้ำบาดาล 22 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 46.8 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 18 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 81.8 กล่าวถึงสาเหตุหลักคือมาจากปริมาณน้ำบาดาลไม่พอใช้ รองมาคือขาดแคลนน้ำใช้ประเภทน้ำประปา 18 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 38.3 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 15 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.5 กล่าวถึงสาเหตุหลักที่ขาดแคลนคือ น้ำประปาหยุดไหลในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ จากกลุ่มตัวอย่างผู้ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำใช้ทั้งหมด จำนวน 18 ครัวเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดแคลนน้ำใช้ประเภทน้ำประปา 18 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 90.0 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 17 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 77.3 กล่าวถึงสาเหตุหลักคือมาจากน้ำประปาหยุดไหล รองมาคือขาดแคลนน้ำดื่มประเภทน้ำฝน 5 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 20.8 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 3 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 75.0 กล่าวถึงสาเหตุหลักที่ขาดแคลนคือ ฝนทิ้งช่วง (ตาราง 2-26)

ตาราง 2-26 การขาดแคลนน้ำใช้ในครัวเรือน

การขาดแคลนน้ำใช้ในครัวเรือน	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทน้ำที่ขาดแคลน				
น้ำประปา	18	38.3	18	90
น้ำฝน	7	14.9	1	5
น้ำบาดาล	22	46.8	1	5
	47	100	20	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำประปา				
น้ำประปาหยุดไหล	15	62.5	17	77.3
น้ำประปาคุณภาพไม่ดี	9	37.5	5	22.7
	24	100	22	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำฝน				
ฝนทิ้งช่วง	4	28.6	0	0
ไม่มีภาชนะสำรองน้ำ	2	14.3	0	0

ตาราง 2-26 (ต่อ)

ภาชนะสำรองน้ำไว้ใช้ไม่เพียงพอ	8	57.1	1	100
	14	100	1	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำบาดาล				
ปริมาณน้ำบาดาลไม่พอใช้	16	94.1	1	100
คุณภาพน้ำบาดาลไม่ดี	1	5.9	0	0
	17	100	1	100

จากกลุ่มตัวอย่างผู้ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำด้านการเกษตรทั้งหมด จำนวน 94 ครัวเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดแคลนน้ำด้านการเกษตรประเภทน้ำฝน 72 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.6 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 65 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 58.0 กล่าวถึงสาเหตุหลักคือมาจากฝนทิ้งช่วง รองมาคือขาดแคลนน้ำผิวดินสาธารณะ 19 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 16.5 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 17 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 89.5 กล่าวถึงสาเหตุหลักที่ขาดแคลนคือ ปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินสาธารณะไม่พอใช้ ในส่วนของพื้นที่ จังหวัดอุดรธานี จากกลุ่มตัวอย่างผู้ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำใช้ทั้งหมด จำนวน 51 ครัวเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดแคลนน้ำด้านการเกษตรประเภทน้ำฝน 46 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 73.0 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 36 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 56.3 กล่าวถึงสาเหตุหลักคือมาจากฝนทิ้งช่วง รองมาคือขาดแคลนน้ำบาดาล 10 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 15.9 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จำนวน 9 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 90.0 กล่าวถึงสาเหตุหลักที่ขาดแคลนคือ ปริมาณน้ำบาดาลไม่พอใช้ (ตาราง 2-27)

ตาราง 2-27 การขาดแคลนน้ำด้านการเกษตร

การขาดแคลนน้ำด้าน การเกษตร	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทน้ำที่ขาดแคลน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
น้ำฝน	72	62.6	46	80.7
น้ำบาดาล	18	15.7	4	7.0
น้ำชลประทาน	6	5.2	3	5.3
น้ำผิวดินสาธารณะ	19	16.5	4	7.0
	115	100	57	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำฝน				
ฝนทิ้งช่วง	65	58.0	36	56.3
ฝนไม่ตกตามฤดู	42	37.5	28	43.8
ไม่มีภาชนะสำรองน้ำ	3	2.7	0	0.0
น้ำฝนคุณภาพไม่ดี	2	1.8	0	0.0
ภาชนะสำรองน้ำไว้ใช้ ไม่เพียงพอ	0	0.0	0	0.0
	112	100	64	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำบาดาล				
ปริมาณน้ำบาดาลไม่ พอใช้	13	100	4	80
คุณภาพน้ำบาดาลไม่ดี	0	0	1	20
	13	100	5	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำชลประทาน				
น้ำชลประทานไม่ปล่อย มา	2	40	0	0
น้ำชลประทานปล่อย มาไม่มากพอ	1	20	3	50

ตาราง 2-27

น้ำชลประทานถูกแย่ง ใช้	2	40	3	50
	5	100	6	100
สาเหตุที่ขาดแคลนน้ำผิวดินสาธารณะ				
ปริมาณน้ำจากแหล่ง น้ำผิวดินสาธารณะไม่ พอใช้	15	88.2	4	66.7
ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำผิ วดินสาธารณะ	2	11.8	2	33.3
	17	100	6	100

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพเกษตรส่วนใหญ่ จำนวน 55 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 58.5 เมื่อเจอภาวะขาดแคลนน้ำแต่ก็ยังคงปลูกพืชตามปกติ โดยในปี 2545 พบว่ามี เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 26.6 ที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำ สำหรับประกอบอาชีพเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่ประสบปัญหาในระยะเวลาที่น้อยกว่า 1 เดือนเท่านั้น และมีจำนวน 16 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 64.0 ที่ได้รับความเสียหายจากปัญหาขาดแคลนน้ำทำ การเกษตร ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ จากการศึกษพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพ เกษตรส่วนใหญ่ จำนวน 34 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 64.2 หยุดปลูกพืช เมื่อเจอภาวะขาดแคลน น้ำ โดยในปี 2545 พบว่ามีเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 41.5 ที่ ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำสำหรับประกอบอาชีพเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่ประสบปัญหาในระยะเวลา 2-3 เดือน และมีจำนวน 16 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 72.7 ที่ได้รับความเสียหายจากปัญหาขาด แคลนน้ำทำการเกษตร (ตาราง 2-28)

ตาราง 2-28 ภาพการประสพการขาดแคลนน้ำ

การประสพการขาด แคลนน้ำ	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การประกอบอาชีพเกษตรเมื่อเจอภาวะขาดแคลนน้ำ				
ปลูกตามปกติ	47	54.7	13	24.5
เปลี่ยนพืชปลูก	1	1.2	0	0.0
ปลูกเร็วขึ้น	2	2.3	0	0.0
ปลูกช้าลง	11	12.8	0	0.0
ลดระยะเวลาการปลูก	15	17.4	2	3.8
หยุดปลูกพืช	8	9.3	34	64.2
ปลูกเฉพาะหน้าฝน	2	2.3	4	7.5
	86	100	53	100
การประสพปัญหาขาดแคลนน้ำสำหรับประกอบอาชีพเกษตรในปี 45				
ไม่ประสพปัญหา	55	70.5	31	58.5
ประสพปัญหา	23	29.5	22	41.5
	78	100	53	100
สำหรับผู้ประสพปัญหาขาดแคลนน้ำสำหรับประกอบอาชีพเกษตร ในปี 45				
ข้อมูลครัวเรือน	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระยะเวลาที่ประสพปัญหา				
- น้อยกว่า 1 เดือน	13	50	4	18.2
- 2 - 3 เดือน	8	30.8	17	77.3
- 4 - 5 เดือน	4	15.4	1	4.5
- มากกว่า 5 เดือน	1	3.8	0	0.0
	26	100	22	100

ตาราง 2-28 (ต่อ)

เนื้อหาทางการเกษตรของครัวเรือนที่ได้รับความเสียหาย				
ไม่ได้รับความเสียหาย เนื่องจากไม่ได้ เพาะปลูก	4	16	3	13.6
ไม่ได้รับความเสียหาย เลย	5	20	3	13.6
ได้รับความเสียหาย	16	64	16	72.7
	25	100	22	100

จากการศึกษาความถี่ในการประสบภาวะขาดแคลนน้ำ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยประสบภาวะขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค จำนวน 193 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 87.7 และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยประสบปัญหาภาวะขาดแคลนน้ำในการประกอบอาชีพ จำนวน 122 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 55.5 จากการศึกษาค้นคว้าความถี่ในการประสบภาวะขาดแคลนน้ำ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยประสบภาวะขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค จำนวน 83 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 82.2 และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยประสบปัญหาภาวะขาดแคลนน้ำในการประกอบอาชีพ จำนวน 52 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 51.5 (ตาราง 2-29)

ตาราง 2-29 ความถี่ในการประสบภาวะขาดแคลนน้ำ

ความถี่ในการประสบ ภาวะขาดแคลนน้ำ	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การประสบภาวะขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค				
ไม่เคยประสบ	193	87.7	83	82.2
ทุกปี	8	3.6	11	10.9
ปีเว้นปี	13	5.9	3	3.0
สองปีครั้ง	5	2.3	4	4.0
ห้าปีครั้ง	1	0.5	0	0.0
สิบปีครั้ง	0	0.0	0	0.0
	220	100	101	100
การประสบภาวะขาดแคลนน้ำประกอบอาชีพ				
ไม่เคยประสบ	122	55.5	52	51.5
ทุกปี	48	21.8	22	21.8
ปีเว้นปี	25	11.4	19	18.8
สองปีครั้ง	20	9.1	8	7.9
ห้าปีครั้ง	4	1.8	0	0.0
สิบปีครั้ง	1	0.5	0	0.0
	220	100	101	100

2.5.6 ผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ

จากการศึกษาพบว่าจากกลุ่มตัวอย่างที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ในครัวเรือน และน้ำด้านการเกษตร ได้รับผลกระทบเป็นจำนวน 68 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 60.7 โดยจากการสัมภาษณ์พบว่าผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจมากที่สุด จำนวน 77 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 57.0 รองมาทางด้านสังคม จำนวน 41 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 30.4 และทางด้านสิ่งแวดล้อม 17 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 12.6 ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ จากการศึกษพบว่าจากกลุ่มตัวอย่างที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ในครัวเรือน และน้ำด้านการเกษตร ได้รับผลกระทบเป็นจำนวน 43 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 74.1 โดยจากการสัมภาษณ์พบว่าผลกระทบทางด้าน

เศรษฐกิจมากที่สุด จำนวน 43 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 71.7 รองมาทางด้านสังคม จำนวน 9 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 15.0 และทางด้านสิ่งแวดล้อม 8 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 13.3 (ตาราง 2-30)

ตาราง 2-30 ผลกระทบจากการขาดแคลนนํ้าดื่ม นํ้าใช้ในครั้วเรือน นํ้าใช้ด้านการเกษตร

ผลกระทบ	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุตรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ไม่มีผลกระทบ	44	39.3	15	25.9
มีผลกระทบ	68	60.7	43	74.1
	112	100	58	100
มีผลกระทบทางด้าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ทางด้านเศรษฐกิจ	77	57.0	43	71.7
ทางด้านสังคม	41	30.4	9	15.0
ทางด้านสิ่งแวดล้อม	17	12.6	8	13.3
ทางด้านอื่น ๆ				
	135	100	60	100

ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจที่มีผลมากที่สุดคือส่วนของการผลิตทางการเกษตร ทำให้มีรายได้ลดลง จำนวน 69 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 23.5 ในกรณีประกอบอาชีพที่ไม่ใช่การเกษตรพบว่าทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการผ่อนชำระหนี้ลดลง จำนวน 5 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.5 ผลกระทบทางด้านสังคมที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ เกิดการว่างงาน 27 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 32.9 และผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ แหล่งน้ำผิวดินสาธารณะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จำนวน 10 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 25.0 ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจที่มีผลมากที่สุดคือส่วนของการผลิตทางการเกษตร ทำให้ผลผลิตลดลง จำนวน 41 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 40.2 ผลกระทบทางด้านสังคมที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ เกิดการว่างงาน จำนวน 5 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.5 และผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ ไม่สามารถสูบน้ำจากบ่อขึ้นมาใช้ได้ จำนวน 3 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 33.3 (ตาราง 2-31 และ ตาราง 2-32)

ตาราง 2-31 ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบ	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรธานี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1 ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ				
1.1 การผลิตทางการเกษตร				
ผลผลิตลดลง	65	22.1	41	40.2
คุณภาพของผลผลิตแย่ง	57	19.4	21	20.6
รายได้ลดลง	69	23.5	38	37.3
เกิดโรคระบาดของแมลงและโรคพืช	59	20.1	2	2.0
ค่าใช้จ่ายด้านน้ำชลประทาน	2	0.7	0	0.0
ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตมากขึ้น	42	14.3	0	0.0
	294	100	102	100
1.2 กรณีประกอบอาชีพที่ไม่ใช่เกษตร				
การสูญเสียการผลิตในอุตสาหกรรมบางประเภท	0	0	0	0
การเลิกจ้างงาน	3	37.5	0	0
ความสามารถในการผ่อนชำระหนี้ลดลง	5	62.5	0	0
สูญเสียกิจกรรมการท่องเที่ยวบางประเภท	0	0	0	0
	8	100	0	0
2 ผลกระทบทางด้านสังคม				
สูญเสียพืช	5	6.1	0	0.0
มีปัญหาอาชญากรรม	9	11.0	0	0.0
การอพยพย้ายถิ่น	21	25.6	0	0.0
เกิดการว่างงาน	27	32.9	5	62.5
เกิดโรคระบาด	4	4.9	1	12.5

ตาราง 2-31 (ต่อ)

ปัญหาสุขภาพ	5	6.1	1	12.5
ราคาอาหารและเครื่องดื่มในตลาดสูงขึ้น	3	3.7	0	0.0
สินค้าราคาแพงขึ้น	4	4.9	1	12.5
เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำ	4	4.9	0	0.0
	82	100	8	100
ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม				
นก/สัตว์ประจำถิ่น อพยพย้ายถิ่น	0	0	0	0
เกิดการรบกวนจากการแพร่ระบาดของแมลงบางชนิด	9	23.1	1	11.1
ความหลากหลายของพืชพรรณต่าง ๆ ลดลง	5	12.8	1	11.1
แหล่งน้ำผิวดินสาธารณะไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้	9	23.1	2	22.2
ไม่มีน้ำในแม่น้ำ	8	20.5	2	22.2
ไม่สามารถสูบน้ำจากบ่อขึ้นมาใช้ได้	7	17.9	3	33.3
คุณภาพน้ำแย่งลง	1	2.6	0	0
	39	100	9	100

ตาราง 2-32 ผลการวิเคราะห์ Cross Tab ปัญหาภาวะขาดแคลนน้ำ

จังหวัด	การประสบ ปัญหา	ผลกระทบ		
		ไม่มี ผลกระทบ	มี ผลกระทบ	รวม
พิษณุโลก	ไม่ประสบ	108	0	108
	ประสบ	44	68	112
	รวม	152	68	220
อุดรธานี	ไม่ประสบ	43	0	43
	ประสบ	15	43	58
	รวม	58	43	101

2.5.7 การบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำ

จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำจำนวน 112 ครั้วเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 92 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 82.1 ไม่เคยได้รับการแจกจ่ายน้ำสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการแจกจ่ายน้ำส่วนใหญ่จำนวน 14 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 14 ครั้วเรือน ได้รับการแจกจ่ายน้ำสองปีครั้ง โดยส่วนใหญ่จะได้รับแจกน้ำในช่วงฤดูร้อน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 12 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 60.0 เห็นว่าปริมาณน้ำที่นำมาแจกไม่เพียงพอต่อความต้องการ สำหรับการบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 32 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 58.2 ใช้วิธีการประหยัดการใช้น้ำ โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 134 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 60.9 ต้องการให้ผู้ใหญ่บ้านมาช่วยบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำสำหรับอุปโภคและบริโภค เหตุผลหลักที่เลือกบุคคลดังกล่าวเพราะเป็นตัวแทนชาวบ้าน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 98 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 66.7 ต้องการให้มาแจกน้ำกินน้ำใช้ สำหรับหน่วยงานที่กลุ่มตัวอย่างต้องการให้มาช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำด้านการเกษตรพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 85 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 38.6 ต้องการให้ผู้ใหญ่บ้านเป็นผู้เข้ามาช่วยเหลือ โดยให้เหตุผลหลักเพราะเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบเรื่องน้ำ โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ต้องการให้ช่วยสร้าง/ปรับปรุงบ่อบาดาล ในส่วนของพื้นที่จังหวัดอุดรธานี จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำจำนวน 58 ครั้วเรือน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 39 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 67.2 ไม่เคยได้รับการแจกจ่ายน้ำสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการแจกจ่ายน้ำส่วนใหญ่จำนวน 7 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 35.0

ครัวเรือน ได้รับการแจกจ่ายน้ำทุกปี โดยส่วนใหญ่จะได้รับแจกน้ำในช่วงฤดูร้อน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 15 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 78.9 เห็นว่าปริมาณน้ำที่นำมาแจกเพียงพอต่อความต้องการ สำหรับการบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 10 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 58.8 ใช้วิธีการประหยัดการใช้น้ำ โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 40 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 39.6 ต้องการให้ อบต. มาช่วยบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำสำหรับอุปโภคและบริโภค เหตุผลหลักที่เลือกบุคคลดังกล่าวเพราะเป็นหน้าที่ต้องดูแล กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 59 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 58.4 ต้องการให้มาแจกน้ำกินน้ำใช้ สำหรับหน่วยงานในกลุ่มตัวอย่างต้องการให้มาช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำด้านการเกษตรพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จำนวน 20 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 19.8 ต้องการให้หน่วยงานชลประทานเป็นผู้เข้ามาช่วยเหลือ โดยให้เหตุผลหลักเพราะเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบเรื่องน้ำ โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ต้องการให้ช่วยขุดลอกคลองให้ (ตาราง 2-33)

ตาราง 2-33 การบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำ

การบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำ	จังหวัดพิษณุโลก		จังหวัดอุดรดิตถ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การได้รับการแจกจ่ายน้ำ				
ไม่เคย	92	82.1	39	67.2
เคย	20	17.9	19	32.8
	112	100	58	100
ความถี่ในการได้รับการแจกจ่ายน้ำ				
ทุกปี	2	10.0	6	31.6
สองปีครั้ง	14	70.0	6	31.6
สามปีครั้ง	2	10.0	3	15.8
สี่ปีครั้ง	0	0.0	1	5.3
ห้าปีครั้ง	2	10.0	1	5.3
สิบปีครั้ง	0	0.0	2	10.5
	20	100	19	100
ช่วงฤดูที่ได้รับการแจกจ่ายน้ำ				
ฤดูร้อน	9	45.0	12	63.2

ตาราง 2-33 (ต่อ)

ฤดูฝน	4	20.0	0	0.0
ฤดูแล้ง	2	10.0	0	0.0
ช่วงแล้ง	5	25.0	7	36.8
	20	100	19	100
วิธีการที่ได้รับน้ำที่แจกจ่าย				
มีรถมาจ่ายน้ำให้ถึงบ้าน	15	75.0	11	57.9
ไปขนน้ำมาเอง	5	25.0	8	42.1
	20	100	19	100
ปริมาณน้ำที่ได้รับแจกจ่ายน้ำ				
จำกัดปริมาณ	17	85.0	5	26.3
ไม่จำกัดปริมาณ	3	15.0	14	73.7
	20	100	19	100
ความเพียงพอของปริมาณน้ำที่ได้รับแจก				
ไม่เพียงพอ	12	60.0	4	21.1
เพียงพอ	8	40.0	15	78.9
เกินพอ				
	20	100	19	100
การบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำในรอบ 5 ปี ที่ผ่านมา				
ประหยัดการใช้น้ำ	32	58.2	10	58.8
ร่อนน้ำฝนไว้ใช้ยามขาดแคลน	14	25.5	1	5.9
ซื้อน้ำ	1	1.8	4	23.5
เสียค่าใช้จ่ายซื้ออุปกรณ์เก็บน้ำ	3	5.5	2	11.8
ลงทุนขุดสระ	3	5.5	0	0.0
ใช้เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	0	0.0	0	0.0
หยุดชั่วคราวในการประกอบอาชีพ	2	3.6	0	0.0
	55	100	17	100

ตาราง 2-33 (ต่อ)

หน่วยงานที่ต้องการให้มาช่วยบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค				
จังหวัด	2	0.9	2	2.0
อบต	34	15.5	40	39.6
เพื่อนบ้าน	1	0.5	2	2.0
ผู้ใหญ่บ้าน	134	60.9	17	16.8
เทศบาล	5	2.3	5	5.0
ชลประทาน	1	0.5	2	2.0
อำเภอ	14	6.4	6	5.9
อื่น ๆ	5	2.3	26	25.7
ไม่ตอบ	24	10.9	1	1.0
	220	100	101	100
เหตุผลที่เลือกหน่วยงานดังกล่าว				
ไม่มีเหตุผล	32	6.2	23	22.8
ให้ความช่วยเหลือได้รวดเร็ว	9	1.7	16	15.8
เป็นตัวแทนชาวบ้าน	334	64.2	10	9.9
เคยไปขอ	20	3.8	2	2.0
อยู่ใกล้บ้าน	94	18.1	9	8.9
เป็นหน้าที่ต้องดูแล	31	6.0	41	40.6
	520	100	101	100
ความต้องการการช่วยเหลือ				
ขุดสระน้ำ/สร้างคลอง	6	4.1	9	8.9
สร้างแท้งค์น้ำ	7	4.8	3	3.0
เจาะบ่อน้ำให้	7	4.8	7	6.9
แจกน้ำกินน้ำใช้	98	66.7	59	58.4
วางท่อส่งน้ำ	29	19.7	0	0.0
ไม่ตอบ	0	0.0	23	22.8
	147	100	101	100

ตาราง 2-33 (ต่อ)

หน่วยงานที่ต้องการให้มาช่วยบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร				
จังหวัด	3	1.4	2	2.0
อบต	15	6.8	16	15.8
เพื่อนบ้าน	9	4.1	0	0.0
ผู้ใหญ่บ้าน	85	38.6	10	9.9
เทศบาล	1	0.5	0	0.0
ชลประทาน	23	10.5	20	19.8
อำเภอ	5	2.3	4	4.0
อื่น ๆ	30	13.6	15	14.9
ไม่ตอบ	49	22.3	34	33.7
	220	100	101	100
เหตุผลที่เลือกหน่วยงานดังกล่าว				
ไม่มีเหตุผล	103	46.8	49	48.5
ให้ความช่วยเหลือได้รวดเร็ว	7	3.2	11	10.9
ติดต่อสะดวกไม่ยุ่งยาก	30	13.6	1	1.0
เป็นหน้าที่ต้องดูแล	27	12.3	17	16.8
เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบ เรื่องน้ำ	40	18.2	20	19.8
อยู่ใกล้บ้าน	13	5.9	3	3.0
	220	100	101	100
ความต้องการการช่วยเหลือ				
สร้างคลองชลประทาน	20	9.1	13	12.9
สูบน้ำมาให้ใช้/ปล่อยน้ำ	12	5.5	12	11.9
สร้าง/ปรับปรุงบ่อบาดาล	31	14.1	0	0.0
ขุดลอกคลอง	10	4.5	16	15.8
หาแหล่งน้ำให้	29	13.2	10	9.9
ขุดสระน้ำ	2	0.9	2	2.0

ตาราง 2-33 (ต่อ)

ไม่ตอบ	116	52.7	48	47.5
	220	100	101	100

2.6 การศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้นำแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งมาพัฒนาเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป NAMNAN สำหรับเรียกค้นข้อมูลระดับ ประเภท และสาเหตุหลัก สาเหตุรองของความแล้ง พร้อมทั้งแสดงสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ทำให้ทราบสถานะและปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหาแล้งในแต่ละด้าน อีกทั้งยังสามารถกำหนดเงื่อนไขข้อมูลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของระดับความแล้งตามเงื่อนไขที่กำหนด สามารถนำไปสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากรตามแนวทางมาตรการ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาแล้งของพื้นที่ซึ่งมีจุดแข็งและจุดด้อยของสภาพแวดล้อมและปัจจัยของแต่ละพื้นที่ใน 2 จังหวัดที่แตกต่างกัน สามารถแสดงให้องค์กรส่วนท้องถิ่น ภาคเอกชน และประชาชนทราบ และใช้เป็นแนวทางร่วมกันในการแก้ไขปัญหาให้เหมาะสมกับพื้นที่ต่อไป

แนวทางการจัดการพื้นที่เสี่ยงแล้งอย่างยั่งยืนในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์และพิษณุโลก ควรมีมาตรการในการดำเนินการกับสาเหตุทั้งจากธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อม รวมถึงกิจกรรมอันเกิดจากน้ำมือมนุษย์ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับน้ำซึ่งเป็นทรัพยากรหลักที่เกี่ยวข้องกับการแล้ง ได้แก่ ปัจจัยด้านน้ำฝนซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำโดยตรง ปัจจัยด้านศักยภาพของน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำเป็นปัจจัยที่สนับสนุนและเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำในพื้นที่ ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำซึ่งแสดงถึงโอกาสของการเข้าถึงแหล่งน้ำ และปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดินซึ่งบ่งถึงศักยภาพการกักเก็บน้ำ ในการป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากแล้งนั้น จำเป็นต้องมีการวางแผนการจัดการกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ดังนี้

2.6.1 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านน้ำฝน

จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงแล้งจากปัจจัยด้านน้ำฝนมากที่สุดในจังหวัดอุตรดิตถ์ ได้แก่ อำเภอท่าปลา รองลงมาคืออำเภอปากท่า อำเภอน้ำปาด และอำเภอบ้านโคก ตามลำดับ สำหรับในจังหวัดพิษณุโลกพบได้ในบางพื้นที่ของอำเภอชาติตระการ และอำเภอบางระกำ ทั้งนี้มีสาเหตุเนื่องมาจากการที่มีปริมาณน้ำฝนตกน้อยกว่าปกติ วันที่ฝนตกมีจำนวนน้อย ประกอบกับฝนที่ตกในแต่ละครั้งมีปริมาณน้อยจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดแล้ง แนวทางที่จะแก้ไขป้องกันและบรรเทาแล้งจากปัจจัยด้านน้ำฝนนั้น สามารถทำได้โดย



- (1) ใช้ฝนเทียมช่วยเมื่อถึงภาวะวิกฤติ โดยขอความร่วมมือไปยังฝ่ายฝนหลวง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- (2) ส่งเสริมให้มีการจัดสร้างสระน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรมของเกษตรกรที่มีมากพอ (20 ไร่) ตามแนวพระราชดำริเรื่อง “ทฤษฎีใหม่เกี่ยวกับน้ำเพื่อการเกษตร” จะช่วยบรรเทาความแห้งแล้งเนื่องจากสภาวะอากาศและการขาดน้ำได้ระดับหนึ่ง
- (3) ขุดลอกแหล่งน้ำและทางน้ำ เพื่อเพิ่มความจุในการเก็บน้ำที่ได้จากน้ำฝนบริเวณหมู่บ้านหรือพื้นที่เกษตรกรรม
- (4) จัดเตรียมภาชนะรองรับน้ำฝนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาการแล้งเพื่อการอุปโภคและบริโภค

อย่างไรก็ตาม การเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในการจัดการกับปัจจัยด้านน้ำฝนควรพิจารณาถึงองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น การจัดเขตอนุรักษ์ป่าและต้นน้ำ การปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ จะช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นของพื้นที่และลดพื้นที่เปิดโล่ง ซึ่งจะช่วยบรรเทาความแห้งแล้งได้อีกระดับหนึ่งด้วย

2.6.2 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ

จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีความเสี่ยงแล้งจากปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำมากที่สุดในจังหวัดอุดรธานีได้แก่ บริเวณอำเภอท่าปลา รองลงมาคืออำเภอเมือง และอำเภอทองแสนขัน ตามลำดับ สำหรับจังหวัดพิษณุโลกพบได้ในบางพื้นที่ของอำเภอนิคมบ่งช้าง ศักยภาพน้ำใต้ดินขึ้นอยู่กับศักยภาพของชั้นหินให้น้ำใต้ดิน ความสามารถในการให้น้ำของบ่อบาดาล ความหนาแน่นของบ่อน้ำในพื้นที่ ทั้งนี้หากสามารถนำน้ำมาใช้ประโยชน์ได้โดยใช้บ่อบาดาลหรือบ่อขุดเจาะ จะทำให้มีโอกาสที่จะเกิดปัญหาแล้งได้น้อยกว่าพื้นที่ที่ไม่มีศักยภาพหรือมีศักยภาพน้ำใต้ดินไม่ดี ดังนั้นวิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหาลแล้งจากปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำสามารถทำได้โดย

(1) จัดให้มีการสำรวจหาแหล่งน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดี และมีปริมาณมากพอ สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำประปาสำหรับอุปโภคบริโภค หรือนำมาใช้ในทางการเกษตรได้

(2) ขุดเจาะ หรือสร้างบ่อบาดาลเพิ่มเติม ในบริเวณพื้นที่ที่เกิดภาวะแล้ง

สำหรับปัจจัยด้านลุ่มน้ำ พิจารณาได้จากความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย และขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย นับเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดแล้ง ดังนั้นจึงควรกำหนดแนวทางการจัดการลุ่มน้ำที่เหมาะสม เพื่อป้องกันแก้ไขและบรรเทาแล้ง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดแนวทางการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สามารถนำข้อเสนอแนะไปปฏิบัติได้ นอกเหนือ



จากการบริหารที่เป็นไปตามการบริหารราชการตามปกติของรัฐแล้ว การจัดตั้งองค์กรเครือข่ายให้ราษฎรในพื้นที่ลุ่มน้ำได้ใช้เป็นเวทีในการปรึกษาหารือ และหาทางแก้ปัญหาาร่วมกัน โดยจำเป็นต้องสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความตระหนักและรับรู้สภาพปัญหา อันจะก่อให้เกิดความร่วมมือในการหาแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน โดยสามารถดำเนินการได้ดังนี้

(1) จัดให้มีการฝึกอบรม เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหาต่าง ๆ ร่วมกันระหว่างประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำและเจ้าหน้าที่ของรัฐ อีกทั้งเสริมสร้างบทบาทของประชาชนทุกอาชีพให้เป็นผู้ร่วมกันป้องกันปัญหาแล้ง รวมถึงการให้เจ้าหน้าที่ของรัฐมีความพร้อมในการทำหน้าที่ให้คำปรึกษาให้ประชาชนรู้จักการป้องกันแก้ไขปัญหาล้าง

(2) จัดตั้งเวทีชาวบ้าน เพื่อให้ประชาชนได้มีโอกาสถ่ายทอดความคิดและประสบการณ์ในการป้องกันแก้ไขปัญหาล้าง โดยเจ้าหน้าที่ของรัฐทำหน้าที่ให้ข้อมูลและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุ อุปกรณ์ ในการเสวนาของชาวบ้าน

- (3) เผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับนโยบายของรัฐ ที่เกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาล้างแล้งแก่คณะกรรมการเครือข่ายลุ่มน้ำ

(4) จัดทำแบบจำลองพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของเครือข่ายลุ่มน้ำที่เข้าใจได้ง่าย แสดงที่ตั้งหมู่บ้าน เขตเสี่ยงแล้ง แล้วตั้งแสดงไว้ในหมู่บ้านที่เกี่ยวข้องทุกหมู่บ้าน เพื่อให้ทุกคนได้เข้าใจถึงปัญหาสาเหตุของปัญหา และผลกระทบต่อชีวิตซึ่งเกิดจากความแห้งแล้ง

2.6.3 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ

จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงแล้งจากปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำมากที่สุด ในจังหวัดอุดรดิตถ์ ได้แก่ พื้นที่อำเภอบ้านโคก รองลงมาคืออำเภอปากท่า อำเภอท่าปลา และอำเภอน้ำปาด ตามลำดับ สำหรับจังหวัดพิษณุโลกพบมากที่สุดในอำเภอนครไทย และพื้นที่บางส่วนของอำเภอชาติตระการ

ในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำธรรมชาติหรือใกล้แหล่งน้ำ โดยเฉพาะแหล่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น แม่น้ำ มีโอกาสที่จะเกิดปัญหาล้างได้น้อยกว่าพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำขนาดเล็ก หรือพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำธรรมชาติเลย ดังนั้นปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ จึงเป็นสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะแล้ง แนวทางในการแก้ไขป้องกันและบรรเทาแล้ง สามารถทำได้โดย

(1) สร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก และขนาดกลางเพิ่มเติม ในบริเวณที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะสร้างได้ พร้อมทั้งสร้างระบบส่งน้ำ รวมถึงการให้ราษฎรเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาแหล่งน้ำมากขึ้น



(2) จัดทำโครงการจัดทำระบบเครือข่ายส่งน้ำ (Water Grid System) โดยการสร้างระบบส่งน้ำ ด้วยการสูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีน้ำอย่างสมบูรณ์ให้กระจายไปสู่พื้นที่การเกษตรอย่างเพียงพอ เช่น โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า นอกจากนี้ ควรมีการพัฒนาระบบชลประทานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นในฤดูแล้ง เช่น การขยายเขตพื้นที่ชลประทาน รวมถึงการสร้างระบบคลองส่งน้ำเพิ่มเติม

(3) พัฒนาแหล่งน้ำผิวดินสาธารณะ โดยการขุดลอกและปรับปรุงแหล่งน้ำสาธารณะเดิมไม่ให้ตื้นเขิน รวมถึงการหาแหล่งกักเก็บน้ำผิวดินประจำหมู่บ้านหรือชุมชนเพื่อเป็นแหล่งกักเก็บน้ำสำหรับใช้ประโยชน์ในชุมชน

2.6.4 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านภูมิประเทศและดิน

จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงแล้งจากปัจจัยด้านภูมิประเทศและดินมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดพิษณุโลกในบริเวณอำเภอชาติตระการ อำเภอนครไทย และอำเภอนนทบุรี สำหรับจังหวัดอุดรธานี ได้แก่ อำเภอบ้านโคก รองลงมาคืออำเภอน้ำปาด และอำเภอปากท่า ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิประเทศและดินเป็นปัจจัยที่เกิดตามธรรมชาติ ซึ่งปัจจัยที่นำมาพิจารณา ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ ความสูงต่ำของพื้นที่ และความสามารถในการระบายน้ำของดิน ดังนั้น แนวทางในการป้องกันแก้ไข และบรรเทาแล้งอันเนื่องมาจากปัจจัยด้านภูมิประเทศและดิน สามารถทำได้โดย

(1) ป้องกันและปรับปรุงสภาพป่าต้นน้ำลำธารที่เหลืออยู่ และเขตลุ่มน้ำให้กลับคืนสู่สภาพป่าตามเดิม

(2) สร้างมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อชลอน้ำฝนให้สามารถซึมลงดินมากขึ้น พร้อมทั้งปลูกพืชบำรุงดินทำให้ดินมีสมรรถนะทางอุทกวิทยา เช่น อัตราการซึมผ่านผิวดิน และการเก็บกักน้ำตื้นและซึมลงไปได้ลึกขึ้น

(3) ใช้ปุ๋ยคอกช่วยเพิ่มสมรรถนะของดินให้เก็บความชื้นได้มากขึ้น และลดการสูญเสียน้ำโดยการระเหยให้น้อยลง ปุ๋ยคอกจะช่วยเสริมให้ดินมีสมรรถนะในการเก็บกักน้ำไว้ในดิน มิให้ซึมดิ่งลึกหายลงไปจนทำให้ดินบนแห้ง

(4) สร้างฝาย (Check Dam) เพื่อชะลอการไหลของน้ำ

บทที่ 3

แบบจำลองสมดุลน้ำ

3.1 บทนำ

3.1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในภาพรวมของระบบวัฏจักรอุทกวิทยาถือว่าเป็นระบบปิด แต่ถ้ามองในระบบย่อยทางอุทกวิทยาบางส่วน ระบบวัฏจักรอุทกวิทยาจะเป็นระบบเปิดเพราะมีการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนไหว และถ่ายเทไปมาได้ทั้งภายในระบบเอง และระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ระบบ โดยอาจจะเป็นการเคลื่อนไหวจากภายในระบบสู่สิ่งแวดล้อมหรือจากสิ่งแวดล้อมเข้ามาในระบบก็ได้ ในวัฏจักรอุทกนั้น น้ำฝนนับเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายถ่ายเทมวลน้ำในแต่ละพื้นที่ ประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมกันทั้งประเทศประมาณ 800,000 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่ต้องสูญเสียไปในวัฏจักรน้ำประมาณ 600,000 ล้านลูกบาศก์เมตร คงเหลือที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 200,000 ล้านลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันหน่วยงานต่าง ๆ ของประเทศไทยสามารถพัฒนาได้เพียงประมาณ 40,000 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำฝนคงเหลือ (กรมชลประทาน, 2546. เว็บไซต์) ดังนั้น จึงทำให้ปริมาณน้ำฝนที่พัฒนาได้มีไม่เพียงพอต่อความต้องการเพาะปลูกพืช ซึ่งยังคงอาศัยน้ำทำการเกษตรจากน้ำฝนที่ตกลงมา ดังจะเห็นได้ว่า ถ้าปีใดมีฝนตกตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ปริมาณน้ำที่พื้นที่เพาะปลูกได้รับพอเพียงก็จะทำให้การเพาะปลูกในปีนั้นได้รับผลดี แต่ถ้าหากปีใดมีฝนตกน้อยหรือไม่มีฝนตก ปริมาณของน้ำมีไม่พอเพียงในช่วงเวลาที่พืชต้องการ ทำให้การเพาะปลูกในปีนั้นได้รับความเสียหายหรือไม่ได้รับผลผลิตดีเท่าที่ควร สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2540/41 รายงานว่า มีเนื้อที่ถือครองทางการเกษตร 132,478,570 ไร่ หรือ ประมาณ 41 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ ในเนื้อที่ถือครองทางการเกษตรนี้เป็นเนื้อที่นาข้าวถึง 68,292,753 ไร่ หรือ 51 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ถือครองทางการเกษตร ให้ผลผลิตประมาณ 20 ล้านตัน มีมูลค่าผลผลิตข้าวที่เกษตรกรขายได้ประมาณ 164 ล้านบาท อย่างไรก็ตาม การทำนาในประเทศไทยยังพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก ต้นทุนการผลิตข้าวของเกษตรกรไทยค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการปลูกข้าวนาปี ข้อมูลการผลิตในช่วงปี 2538 - 2543 พบว่า ข้าวนาปีมีต้นทุนการผลิตต่อตันเฉลี่ย 4,160 บาท ในปี 2538/39 และเพิ่มขึ้นเป็น 4,800 บาท ในปี 2542/43 ในขณะที่ข้าวนาปรังมีต้นทุนการผลิตต่อตันเฉลี่ย 2,700 บาท ในปี 2538/39 และเพิ่มขึ้นเป็น 3,200 บาท ในปี 2541/42 ถึงแม้ราคาข้าวนาปีที่เกษตรกรได้รับจะสูงกว่าข้าวนาปรัง แต่ผลตอบแทนสุทธิต่อตันยังน้อยกว่าข้าวนาปรังโดยเฉลี่ยประมาณ 1 เท่าตัว โดยในปี 2541/42 ข้าวนาปีมีผลตอบแทนสุทธิต่อตัน 914 บาท และข้าวนาปรังมีผลตอบแทนสุทธิต่อตัน



1,825 บาท ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตต่อไร่ของข้าวนาปีอยู่ในระดับต่ำ และการเพิ่มผลผลิตทำได้ยาก เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่การปลูกซึ่งไม่สามารถควบคุมน้ำได้ รวมทั้งสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม พื้นที่ในเขตชลประทานซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตมีการขยายตัวมากขึ้น โดยจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่า พื้นที่ชลประทานของประเทศเพิ่มจาก 28,356,114 ไร่ในปี 2537/38 เป็น 29,931,635 ไร่ ในปี 2541 อย่างไรก็ตาม พื้นที่เกษตรในเขตชลประทานยังมีสัดส่วนน้อย คือเพียง 22.59 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ถือครองทางการเกษตรทั้งหมด สำหรับจังหวัดอุดรดิตถ์และพิษณุโลกมีเนื้อที่ชลประทานที่สร้างเสร็จแล้วถึงปีงบประมาณ 2540 เท่ากับ 105,720 และ 460,367 ไร่ ตามลำดับ

ในการเพิ่มผลผลิตสุทธิต่อพื้นที่เพาะปลูกของประเทศ อันจะนำไปสู่การยกระดับรายได้ของเกษตรกรนั้น ยังจำเป็นต้องมีการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างเป็นระบบ โดยมีเป้าหมายหลักคือการเก็บกักน้ำฝนไว้ให้มีสำรองเพียงพอต่อความต้องการใช้ตลอดทั้งปีและให้สามารถกระจายให้แก่พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่ ดังนั้นในการพัฒนาทรัพยากรน้ำในแต่ละพื้นที่ หรือในการประเมินสมดุลของน้ำในแปลงพืชหนึ่ง ๆ จำเป็นต้องทราบถึงปริมาณน้ำต้นทุนหลักๆ ที่เกิดจากน้ำฝนในวัฏจักรอุทกวิทยา คือในรูปน้ำท่า น้ำกักเก็บในดินและน้ำซึมลึกที่เติมสู่ชั้นบาดาล ในการวิจัยส่วนนี้ได้พัฒนาแบบจำลองสมดุลน้ำ เพื่อให้สามารถทราบปริมาณน้ำต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ อันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปพิจารณาวางแผนในการพัฒนาแหล่งน้ำและวางแผนการเพาะปลูกพืชที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ต่อไป

3.1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) สร้างแบบจำลองสมดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของจังหวัดอุดรดิตถ์และพิษณุโลก
- (2) คำนวณน้ำต้นทุนทางการเกษตรที่เกิดจากปริมาณน้ำฝน

3.1.3 ประโยชน์ของการวิจัย

- (1) ทราบสมดุลน้ำที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของจังหวัดอุดรดิตถ์และพิษณุโลก
- (2) เป็นข้อมูลสนับสนุนการจัดการน้ำต้นทุนของพื้นที่ และการวางแผนการใช้น้ำที่เหมาะสมต่อความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูก

3.1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- (1) พื้นที่ศึกษาสมดุลน้ำคือเนื้อที่ลุ่มน้ำย่อยจำนวน 13 ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งครอบคลุมทั่วจังหวัดอุดรดิตถ์และพิษณุโลก



(2) ปริมาณสมดุลน้ำของพื้นที่ที่คิดเฉพาะน้ำที่ได้รับจากน้ำฝนเท่านั้น โดยถือเป็นน้ำต้นทุนเพื่อการเกษตรแบบอาศัยน้ำฝน (Rainfed Agriculture)

(3) ใช้สมการสมดุลน้ำ (Water Balance Model) ในการคำนวณหาปริมาณน้ำในดิน

(4) ประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

(5) การประเมินเชิงพื้นที่ (Spatial Assessment) ใช้แบบจำลองข้อมูลกริด (Raster Model) โดยมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) ขนาด 40 x 40 เมตร เพื่อเป็นตัวแทนพื้นที่ขนาด 1 ไร่

(6) รายละเอียดเชิงเวลา (Temporal Resolution) คือรายสัปดาห์โดยพิจารณาทั้งปี มีจำนวนรวมทั้งหมด 52 สัปดาห์

3.1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

(1) การประมาณค่าทางพื้นที่ (Spatial Interpolation) หมายถึง การประมาณค่าของคุณสมบัติในจุดที่ไม่ถูกสุ่มตัวอย่างภายในบริเวณที่มีจุดสำรวจครอบคลุมอยู่ (ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ, 2537) เป็นการใช้เทคนิคการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย โดยถือเอาตัวอย่างที่อยู่รอบ ๆ มาประมาณค่า (Gold, 1993)

(2) ข้อมูลราสเตอร์ (Raster Model) หมายถึง ข้อมูลราสเตอร์ประกอบไปด้วยช่องกริดที่เรียงกันหนึ่งผืนซึ่งช่องกริดบางครั้งเรียกว่าจุดภาพหรือองค์ประกอบของภาพ แต่ละช่องกริดอ้างอิงด้วยลำดับที่ของแถวและสดมภ์ จะมีตัวเลขแสดงชนิดหรือค่าของลักษณะประจำกริดที่แสดงในแผนที่ (ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ, 2537) ทำให้ความสามารถทำการวิเคราะห์ได้สะดวก และรวดเร็ว

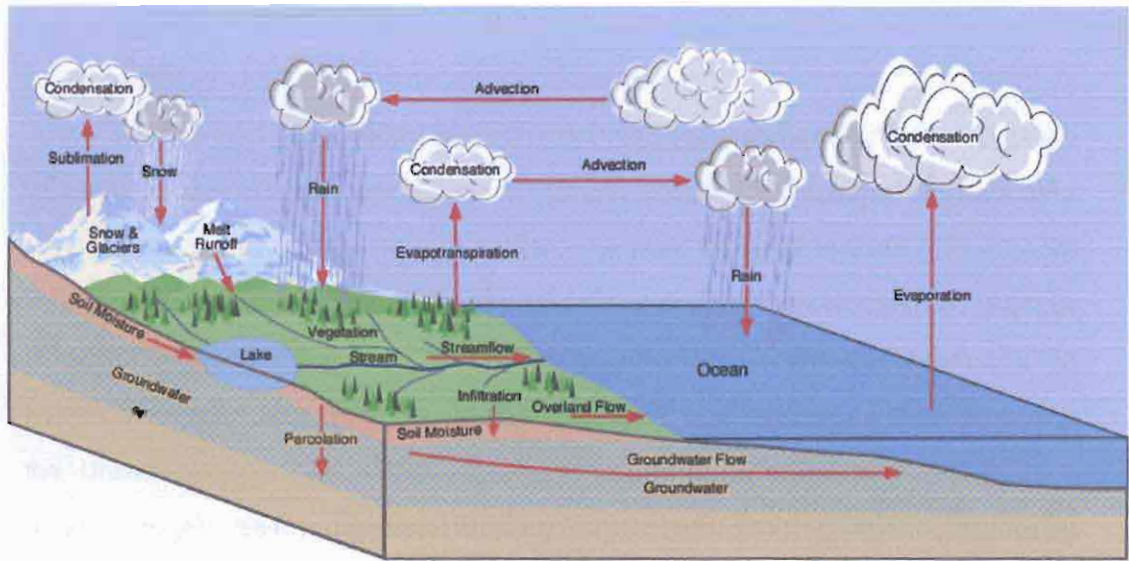
(3) สมดุลน้ำ (Water Balance) หมายถึง การตรวจสอบปริมาณน้ำไหลเข้า ปริมาณน้ำไหลออก และปริมาณน้ำยังคงเหลือในหน่วยดิน (กิริติ ลีวัจนกุล, 2543)

(4) น้ำในดิน (Soil Water) หมายถึง น้ำที่เกิดจากดินมีแรงดึงดูดต่อน้ำ ซึ่งแรงดึงดูดที่กระทำต่อโมเลกุลของน้ำในดินได้แก่ แรงดูดซับ แรงดึงดูดแคพิลลารีและแรงดึงดูดออสโมติกจะเกิดขึ้นเมื่อมีฝนตกหรือการให้น้ำแก่พืช ปริมาณของน้ำในดินที่ถูกกักเก็บและเป็นน้ำที่อยู่ในรูปของพืชจะเอาไปใช้ได้มากนักแตกต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางด้านกายภาพของดิน (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2541)

3.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับวัฏจักรน้ำ

วัฏจักรน้ำ (Hydrological Cycle) คือ การเกิดและการหมุนเวียนของน้ำที่อยู่ในโลก ซึ่งเคลื่อนที่หมุนเวียนอยู่ในส่วนต่าง ๆ น้ำในโลกไม่สูญหายไปไหน แต่จะเปลี่ยนรูปอยู่ในสภาพต่าง ๆ วนเวียนอยู่ในวัฏจักรของน้ำอันไม่มีจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุด (ภาพ 3-1) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ไอน้ำในบรรยากาศ (Atmospheric Moisture) ซึ่งอาจมองเห็นได้ในรูปของเมฆ หมอก และมองเห็นไม่ได้ในรูปของไอน้ำ ไอน้ำนี้เกิดจากการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ บนผิวโลก ไอน้ำในบรรยากาศนี้ถ้าหากมีมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว ความแปรปรวนทางอุณหภูมิจากของบรรยากาศรอบผิวโลก จะทำให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นละอองน้ำ และรวมตัวเป็นหยดน้ำตกลงมาสู่ผิวโลกในรูปแบบเรียกว่าน้ำฟ้าหรือน้ำจากอากาศ (Precipitation) ซึ่งถ้าเป็นของเหลวก็คือ ฝน (Rain) ถ้าเป็นรูปผลึกก็คือ หิมะ (Snow) ถ้าเป็นรูปของของแข็งก็คือ ลูกเห็บ (Hail, Sleet) และน้ำแข็ง (Ice) นอกจากนั้นมีรูปอื่น คือ น้ำค้าง (Dew) หรือน้ำค้างแข็งตัว (Frost) ในเมืองหนาวน้ำฝนที่ตกลงมาสู่ผิวโลกนั้นอาจตกปรอย ๆ บางส่วนอาจไม่ตกถึงผิวโลก แต่จะตกค้างบางส่วนตามใบหรือลำต้น (Interception) ซึ่งน้ำดังกล่าวบางส่วนจะระเหยกลับสู่บรรยากาศและบางส่วนจะหยดต่อลงสู่พื้นดินและสิ่งปกคลุมดิน น้ำฝนส่วนที่ตกถึงพื้นดินจะเริ่มซึมลงดินด้วยแรงดึงดูดของเม็ดดินในลักษณะที่เรียกว่า การซึมสู่ผิวดิน หรือการซึมผ่านผิวดิน (Infiltration) และกลายเป็นน้ำที่ไหลในดิน (Subsurface Runoff) ในกรณีที่เม็ดดินมีความชื้นเต็มอิ่มน้อยมาก เช่น ดินแห้ง อัตราการซึมลงดินในลักษณะนี้จะสูงมาก แต่เมื่อดินอิ่มตัวก็จะลดลงทันทีทันใดเช่นกัน น้ำส่วนที่ซึมลงไปอึดตัวอยู่ในดินจะถูกแรงดึงดูดโลกดูดให้ซึมลึกลงไปอีกเรียกว่า น้ำใต้ดิน (Ground Water) ซึ่งน้ำใต้ดินนี้มีหลายระดับชั้น ซึ่งค่อย ๆ ไหลตามความลาดเทของชั้นดินไปสู่ที่ต่ำ อาจเป็นแหล่งขังน้ำใต้ดินหรืออาจจะไหลออกสู่แม่น้ำลำธารที่อยู่ระดับต่ำกว่า หรือออกสู่ทะเลโดยตรง แต่หากบางส่วนที่ซึมลงดินไปแล้ว เกิดมีชั้นดินแน่นที่ขวางอยู่ น้ำส่วนนี้ก็จะไหลไปตามลาดเทใต้ผิวดินและขนานไปกับผิวดินแน่นที่ดังกล่าว (Interflow) ซึ่งจะไหลออกสู่ผิวดินอีกเป็นลักษณะของน้ำซับที่ค่อย ๆ ไหลซึมออกไป น้ำที่ซึมลงดินตามชั้นตอนต่าง ๆ นั้นอาจถูกรากพืชดูดเอาไปปรุงอาหาร เลี้ยงลำต้นและคายออกทางใบ เรียกว่า การคายน้ำ (Transpiration) ซึ่งเป็นจำนวนมากน้อยขึ้นอยู่กับพืช



ภาพ 3-1 วงจรของน้ำ (Hydrologic Cycle) (Pidwirny, 2004, เว็บไซต์)

น้ำฝนส่วนที่เหลือจากการซึมลงดินเมื่ออัตราฝนตกมีค่าสูงกว่าอัตราการซึมลงดินก็จะเกิดขึ้นของอยู่ตามพื้นดินแล้วรวมตัวกันไหลลงสู่ที่ต่ำ (Overland flow) บางส่วนอาจไปรวมตัวอยู่ในบริเวณที่ลุ่มเล็ก ๆ (Surface Storage) แต่ส่วนใหญ่จะรวมกันจนมีปริมาณมากขึ้นมีแรงเซาะดินให้เป็นร่องน้ำ ลำธารและแม่น้ำตามลำดับ น้ำที่ไหลอยู่ในแม่น้ำลำธารเรียกว่าน้ำท่า (Surface Runoff) น้ำท้านี้จะไหลออกสู่ทะเล และมหาสมุทรไปในที่สุด ตลอดเวลาที่น้ำอยู่ในชั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้จะเกิดการระเหย (Evaporation) กล่าวคือ น้ำเปลี่ยนสภาพไปเป็นไอน้ำขึ้นไปสู่บรรยากาศซึ่งอาจเกิดจากผิวของใบไม้ที่ตักน้ำฝนไว้จากผิวดินที่อิ่มด้วยน้ำ หรืออาจเกิดจากผิวน้ำในแม่น้ำ ลำธาร ทะเลสาบ หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ แต่ส่วนใหญ่ก็คือ จากทะเลและมหาสมุทร เมื่อเป็นไอน้ำก็จะลอยสูงขึ้นไป และเมื่ออุณหภูมิเย็นลงก็จะกลั่นตัวเป็นละอองหรือหยดน้ำและจะกลายเป็นฝนตกลงมาอีก จึงทำให้วงจรของน้ำจึงไม่มีเริ่มต้น และไม่มีที่สิ้นสุดหมุนเวียนอยู่เช่นนี้ตลอดเวลา ปริมาณในชั้นตอนต่าง ๆ นั้นอาจผันแปรมากน้อยได้เสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่ควบคุมในชั้นตอนเหล่านั้น การศึกษาว่าในชั้นตอนใดมีปริมาณเท่าใดนั้นเรียกว่าสมดุลน้ำ (Water Balance) (กรมชลประทาน, 2541. เว็บไซต์, Pidwirny, 2004. เว็บไซต์, The Environmental Protection Agency, Purdue University, and the Agricultural & Biological Engineering Department, 1998. เว็บไซต์ และ USGS Water Resources, 2004. เว็บไซต์)

จากวงจรอุทกวิทยาหรือวงจรน้ำทำให้สามารถทราบถึงการเคลื่อนที่ของน้ำในแต่ละช่วงเวลาด้วยการเปลี่ยนแปลงเป็นสถานะต่างๆ ทั้งในรูปของเหลว ของแข็ง และก๊าซ ซึ่งการตรวจวัดน้ำหรือปัจจัยแต่ละตัวของวงจรน้ำในแต่ละสถานะมีวิธีการและเครื่องมือที่แตกต่างกัน



3.2.2 น้ำในรูปต่าง ๆ ของวัฏจักรน้ำ

น้ำฝน

การศึกษาปริมาณของน้ำฝน ได้จากการวัดจำนวนของน้ำฝนที่ตกลงมาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง สามารถแสดงได้ในรูปของความลึกของน้ำ (Depth of Water) ที่ครอบคลุมทั้งพื้นที่โดยไม่คิดปริมาณของการไหลบ่าหน้าดิน (Runoff) การซึม (Infiltration) และการคายระเหย (Evaporation) ที่เกิดขึ้น ความถูกต้องของปริมาณของน้ำฝนที่วัดขึ้นอยู่กับลักษณะของกระบอก ความสูงของเครื่องมือตรวจวัดและสถานที่เปิดรับน้ำฝนในที่โล่ง การตรวจวัดจะทำในตอนเช้าของแต่ละวัน วัดด้วยกระบอกตวงที่สามารถบอกถึงปริมาณของน้ำฝน (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004. เว็บไซต์) สำหรับเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดปริมาณของน้ำฝนโดยตรง (Rain Gauge) ของสถานีอุตุนิยมวิทยา มีอยู่ 3 แบบด้วยกัน ซึ่งหน่วยวัดน้ำฝน มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2545. เว็บไซต์) คือ

(1) เครื่องวัดฝนแบบจذبบันทึก (Rainfall Recorders) ใช้ลักษณะของไซฟอน (Natural Siphon Gauge or Float Type) ดูดน้ำให้ไหลออกจากถังลุลอยในเมื่อฝนตกลงมาจนเต็มถัง จะทำให้อากาศถูกดันน้ำออกมาทางท่อด้านล่าง และเมื่อน้ำไหลลงออกจากถังลุลอยหมด อากาศก็จะไหลเข้ามาแทนที่ ทำให้อากาศไซฟอนหยุดโดยทันที

(2) เครื่องวัดฝนแบบชั่งน้ำหนัก (Weighing Type) เป็นแบบที่ใช้หลักการของน้ำหนักของถังรองรับน้ำรวมกับน้ำหนักของฝนที่ตกลงมา ไปกระทำต่ออาการกลไกของสปริง หรือโดยระบบสมดุลของน้ำหนัก เครื่องนี้จะไม่มีระบบระบายน้ำออกเองเมื่อน้ำฝนเต็มถังแต่กลไก สามารถบันทึกทั้งทางขึ้นทางลงได้ 4 ครั้ง จนกว่าจะถึงขีดสูงสุดของการรายงาน เครื่องนี้ออกแบบเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำให้ลดน้อยลง โดยการเติมน้ำมันพอสสมควรลงไปในถังรองรับน้ำฝน เพื่อให้เป็นผ้านหนา 1 มิลลิเมตร เคลือบผิวหน้าน้ำฝนไว้

(3) เครื่องวัดฝนแบบแก้วตวง วิธีนี้เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย รูปร่างเป็นรูปทรงกระบอกกลมตลอด หรือบางที่ทำให้ก้นผายออกเพื่อให้ตั้งได้มั่นคงขึ้น ตัวเครื่องทำด้วยเหล็ก หรือทองแดงที่ไม่เป็นสนิม ตอนขอบบนของเครื่องทำเป็นปากรับน้ำหนักฝนขนาดแน่นอน (นิยมใช้ปากถึงขนาด 8 นิ้ว) ที่ขอบปากถึงต้องทำให้หนาเป็นพิเศษกันการบุบเบี้ยวหรือเสียรูป

นอกจากการวัดปริมาณของน้ำฝนโดยตรงแล้ว วิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นอีกหนึ่งวิธีการในการหาปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ซึ่งใช้หลักการของการประมาณค่า คือใช้คุณสมบัติของจุดที่ไม่ถูกสุ่มตัวอย่าง



ภายในบริเวณที่มีจุดสำรวจครอบคลุมอยู่ (ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ, 2537) เป็นการให้เทคนิคการให้น้ำหานักเฉลี่ย โดยถือเอาตัวอย่างที่อยู่รอบ ๆ นำมาประมาณค่า (Christopher, 1993)

การศึกษาของ Kawana Nawa (2002) เกี่ยวกับการเผื่อระวังภัยแล้งในประเทศ Zambia ซึ่งได้ศึกษาปริมาณน้ำฝนจากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Kriging และนำมาหาสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการสำรวจข้อมูลระยะไกลจากข้อมูลดาวเทียม Meteosat เพื่อให้ได้แผนที่แสดงปริมาณของน้ำฝนที่ถูกต้อง Hargrove (1999) ได้ศึกษาวิธีการประมาณค่าของน้ำฝนในประเทศ Switzerland ด้วยวิธี Regularized Spline กับ Tension จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากสถานีตรวจวัด 367 สถานี ซึ่งจากทั้งสองวิธีของการประมาณค่าแบบ Spline เป็นที่นิยมใช้ประมาณค่าของน้ำฝนกันโดยทั่วไป อย่างไรก็ตาม ทั้งสองวิธีนั้นไม่สามารถทำนายน้ำฝนได้อย่างแม่นยำนัก ซึ่งได้ผลที่ตรงข้ามกับวิธีของ Kriging เพียงแค่ทั้งสองวิธีสามารถบอกค่าเฉลี่ยมากและน้อยของปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ได้ ซึ่งช่วยให้เกิดความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องของพื้นที่ที่ไม่มีสถานีตรวจวัดข้อมูล

การคายระเหย

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำในดินคือการเกิดการสูญเสียน้ำหลังจากเหตุการณ์ฝนตก นั่นคือการสูญเสียน้ำในดินไปในรูปแบบของการคายระเหย (Evapotranspiration) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลว ทำให้กลายเป็นไอน้ำเป็นการรวมระหว่างการระเหยน้ำ (Evaporation) คือการสูญเสียน้ำจากผิวน้ำหรือจากผิวดินโดยตรง กับกระบวนการคายน้ำของพืช (Transpiration) หรืออีกนัยหนึ่งการคายระเหย เป็นน้ำที่บรรจุอยู่ในแหล่งน้ำเปิดหรืออุทกภาค เมื่อได้รับพลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์ก็จะระเหยกลับสู่บรรยากาศ ส่วนน้ำที่บรรจุอยู่ในดินหรือธรณีภาคจะระเหยกลับสู่บรรยากาศได้ 2 ทาง คือ การระเหยจากผิวดิน และการคายน้ำของพืช ทั้ง 2 กระบวนการรวมกันเรียกว่า การคายระเหย น้ำในธรณีภาคและอุทกภาคมีพฤติกรรมหมุนเวียนเป็นวัฏจักรของน้ำโดยมีพลังงานขับเคลื่อนที่สำคัญคือพลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งการคายระเหยถือว่าเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้จำนวนของน้ำในบรรยากาศและบนผิวโลก และยังเป็นกระบวนการที่สำคัญในทางอุทกวิทยา เพราะความหมายในทางชลประทานหรือด้านอุทกวิทยา เราเรียกการคายระเหยว่าเป็นการใช้ น้ำของพืช ซึ่งมีความสำคัญต่อการให้น้ำในระบบชลประทานอย่างมาก (สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, 2542)

อัตราการระเหยจากผิวน้ำโลกวัดเป็นปริมาตรของน้ำซึ่งหายไปจากการระเหยต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา คือเท่ากับผลคูณที่หายไปทั้งหมด ในการตรวจวัดปริมาณการระเหยนิยมใช้



เครื่องวัดน้ำระเหยแบบถาด (American Class A Pan) (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2545. เว็บไซด์) ซึ่งประกอบด้วย

(1) ถาดน้ำ (Evaporation Hook Gauge) ขนาดลึก 10 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 48 นิ้ว ตั้งสูงจากพื้นดิน 6 นิ้ว

(2) ขอวัดระดับน้ำ (Micrometer Hook Gauge) แบ่งสเกลเป็นนิ้ว จาก 0-4 นิ้วจะแบ่งทุกๆ 0.1 นิ้ว มาตรฐานแบ่งละเอียดลงไปถึง 0.01 นิ้ว

(3) ที่รองรับขอวัดระดับน้ำ (Stilling Well) เป็นรูปทรงกระบอก ป้องกันการพริ้วหรือกระเพื่อมของน้ำ และเพื่อวางขอวัดระดับน้ำ

(4) เครื่องวัดความเร็วลมเหนือถาด (Anemometer) เป็นความเร็วลมรวม (Totalize Wind Velocity)

(5) เทอร์โมมิเตอร์ลอยน้ำ (Floating Thermometer) เป็นเทอร์โมมิเตอร์รูปตัว U ข้างหนึ่งเป็นเทอร์โมมิเตอร์สูงสุด อีกข้างเป็นเทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดติดที่ล้นลอยน้ำ

(6) ถังเก็บน้ำ (Water-storage Tank) ใช้เฉพาะที่กันดาร และห่างไกลการคมนาคม

Sadani และ Murthy ศึกษาศักยภาพการระเหยจากผิวดินพื้นที่โล่งแจ้ง โดยใช้แบบจำลองของ Penman-Brutsaert โดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงของลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความยาวแสงอาทิตย์ ที่ตรวจวัดโดย Central Agromet Observatory ศักยภาพการระเหยที่ได้จากแบบจำลองนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการระเหยที่ได้จากการวัดด้วยถาดวัดการระเหยแบบ A Pan ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองที่ได้มีปริมาณการระเหยมากกว่าการตรวจวัด ในช่วงที่ผิวดินแห้งและขาดแคลนน้ำ ทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์กันที่ร้อยละ 90 แต่การศึกษาที่ได้จากแบบจำลองจะให้ความสมมูลภาพที่มากกว่าการตรวจวัดจริง Murphy และ Lodge ศึกษาความหนาแน่นของพืช การปกคลุมของเศษหญ้า และพื้นที่เปิดโล่งของดิน ที่มีผลต่อการระเหยและคายน้ำในฤดูใบไม้ร่วง ซึ่งการระเหยและคายน้ำวัดได้จากกระถางที่อยู่ระหว่างต้นหญ้าในสภาวะที่เปียกและแห้ง พบว่าการระเหยมีปริมาณ 1.1 ถึง 3.5 มิลลิเมตร/วัน สำหรับการคายน้ำมีปริมาณ 0.5 ถึง 2.6 มิลลิเมตร/วัน การระเหยน้ำของพื้นที่เปิดโล่งที่เปียกมีปริมาณลดลง 3.5 ถึง 2.3 มิลลิเมตรต่อวัน การคายน้ำสูงสุดของหญ้าเท่ากับ 2.6 มิลลิเมตรต่อวัน เมื่อนำค่าที่ได้มาแสดงในกราฟ พบว่าการเจริญเติบโตของพื้นดินมีค่าต่ำที่สภาวะดินแห้ง หรือมีความชื้นในดินต่ำ

การตรวจวัดปริมาณของการคายระเหย นอกจากตรวจวัดจากในพื้นที่จริงแล้ว การตรวจวัดโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และจากการสำรวจระยะไกลเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถตรวจวัดค่าคายระเหยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ อาทิ เช่น การศึกษาของ Coonrod และ McDonnell

(2004) ได้ใช้การสำรวจระยะไกลและ GIS ในการคำนวณหาอัตราการคายระเหย ในตอนกลางของ Rio Grande ซึ่งการตรวจสอบปริมาณการคายระเหยของน้ำพิจารณาจากพืช 2 ชนิดคือฝ้ายและต้น Cedar ที่นิยมปลูกในตอนกลางของ Rio Grande ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Land sat และ AVHRR และการเก็บข้อมูลด้วยการตรวจวัดในพื้นที่ ซึ่งทำการวิเคราะห์ภาพใน ArcView Image Analysis และ ArcView Spatial Analyst ในการศึกษาปริมาณของการคายระเหยสุทธิจากข้อมูลภาพการสำรวจระยะไกล

น้ำท่า

การสูญเสียน้ำในวงจรอุทกวิทยาในรูปของน้ำท่า เป็นปัจจัยอีกตัวหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำในวัฏจักรน้ำอย่างยิ่ง วิธีการวิเคราะห์น้ำท่าที่นิยมใช้ในงานชลประทานคือ ศึกษาปริมาณน้ำท่าจากสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าที่วิเคราะห์จากเปอร์เซ็นต์ของความชัน (Slope) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า แล้วนำมาคูณด้วยปริมาณของน้ำฝน และคูณด้วยพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีวิธีการศึกษาปริมาณน้ำท่าโดยวิธี SCS Curve Numbers (SCS, 1972) ซึ่งนิยมใช้หาปริมาณน้ำท่ากันอย่างแพร่หลาย โดยใช้ Curve Numbers หาปริมาณน้ำท่าที่เกิดจากน้ำฝนจากความสัมพันธ์กันของลักษณะการใช้ที่ดิน (Land Use) และลักษณะของเนื้อดิน (Soil Group)

เชษฐา ดิษยมาลัย (2538) ได้ประยุกต์หลักการของ SCS เพื่อการประมาณน้ำท่ารายเดือนสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย ซึ่งเป็นการประมาณน้ำท่าจากน้ำฝนโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาเป็นตัวแทนกระบวนการทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ ที่สามารถอธิบายกระบวนการทางอุทกวิทยาได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง อันเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการพัฒนาแหล่งน้ำ การจัดสรรน้ำ และการป้องกันผลเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน อันเป็นผลมาจากอุทกภัยได้ งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์หลักการของ SCS โดยใช้แนวความคิดจากแบบจำลอง SFB ของ Boughton แบบจำลอง Lumped Model ของ Mallants และ Feyen แบบจำลอง CANARS ของ Calasans และแบบจำลองของสุพล มาพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย ส่วนสำคัญของแบบจำลองที่ศึกษา คือ การปรับค่าพารามิเตอร์ให้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณฝน และการกำหนดชนิดของลุ่มน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการไหลที่ปรากฏในลำน้ำ ในการศึกษาได้เลือกลุ่มน้ำคลองท่าลาดซึ่งมีลักษณะการใช้ที่ดินหลายประเภท เป็นตัวแทนลุ่มน้ำที่มีการไหลในลำน้ำแบบที่ 2 (การไหลตลอดมีอยู่ ระหว่าง 55-75%) จากการศึกษาและปรับค่าพารามิเตอร์พบว่า ค่า Pa (Initial abstraction) และ ค่า K (Rate of Conversion) ต่างก็มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝน แบบจำลองที่ได้สามารถใช้ทำนายปริมาณน้ำท่า จากข้อมูลน้ำฝนโดยตรง โดยที่ลักษณะของพื้นที่รับน้ำ จะถูกกำหนดโดยพฤติกรรมการไหลในลำน้ำจากการทดสอบแบบจำลองกับลุ่มน้ำก่ำ และ

ลุ่มน้ำหนุมานซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่มีลักษณะการไหลในลำน้ำแบบเดียวกับลุ่มน้ำท่าลาด พบว่าแบบจำลองให้ผลการคำนวณส่วนใหญ่ไปกันได้กับข้อมูลจริงในสนาม แต่ในช่วงการคำนวณปริมาณน้ำมาก ๆ ให้ผลการคำนวณต่ำกว่าความเป็นจริงซึ่งเป็นผลมาจากพื้นที่ป่าไม้ของลุ่มน้ำทดสอบมีน้อยกว่าพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำที่เทียบปรับมาก แบบจำลองจึงมีการคำนวณปริมาณการเก็บกักในลุ่มน้ำมากกว่าความเป็นจริง ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จึงน้อยกว่าเป็นจริง จากผลการทดสอบแบบจำลองสรุปว่าค่า Pa นอกจากจะแปรผันตามปริมาณฝนแล้วยังแปรผันตามพื้นที่ป่าไม้ด้วย

สำหรับการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากลักษณะภูมิประเทศที่กระจายตัวแบบต่าง ๆ ของ Olivera (1996, เว็บไซต์) ซึ่งได้วิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากกราฟน้ำท่าที่มีพื้นฐานมาจากสมการเส้นตรงของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยหรือค่าของแต่ละกริดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งแต่ละกริดที่ได้จะมีค่าไม่ซ้ำกันอันเกิดจากลักษณะเฉพาะของแต่ละตัวแปร ซึ่งปริมาณของน้ำท่าที่เกิดขึ้นได้จากปริมาณน้ำฝนที่ตกเกิน การประยุกต์ใช้ Arc/Info-Grid ซอฟต์แวร์ทางด้าน GIS มีความสามารถของเครื่องมือที่ใช้กับงานทางด้านอุทกวิทยา แต่ข้อแตกต่างที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งต้องพิจารณาและประยุกต์ใช้กับแบบจำลองให้เหมาะสม Pandey และ Dabral (เว็บไซต์) ได้ประมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้วิธี SCS Curve Number และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งหลักการของ SCS Curve Number โดยการใช้ค่า CN ที่ได้จากการแบ่งชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดินคำนวณร่วมกับปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมา ในปี 1993 จากความสัมพันธ์กันของชนิดดินและประเภทของสิ่งปกคลุมดินได้มีการปรับแก้เพื่อให้ได้ค่าของ CN ที่เหมาะสมกับพื้นที่ของประเทศอินเดีย ผลการศึกษาพบว่า มีปริมาณของน้ำท่าเกิดขึ้น 244.40 ต่อฤดูมรสุม ของปี 1993 หรือคิดเป็นร้อยละ 35.52 ของปริมาณน้ำฝน

น้ำซึมลึก

สำหรับปัจจัยปริมาณของการซึมลึกนั้นเกิดจากลักษณะการเคลื่อนตัวของน้ำหลังจากการให้น้ำแก่พืชทางผิวดินหรือเมื่อมีฝนตกแล้ว น้ำจะไหลซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ซึ่งการไหลซึมเข้าไปในดินนี้เรียกว่าการซึมผ่านผิวดิน (Infiltration) แต่หลังจากที่น้ำซึมผ่านผิวดินเข้ามาแล้ว จะ มีการไหลต่อไปด้วยแรงดึงดูดของโลก แรงดูดซับ (Capillary Force) และจากความกดดันของน้ำที่ขังอยู่บริเวณผิวดิน การไหลซึมของน้ำในช่องว่างระหว่างเม็ดดินที่เกิดขึ้นจากแรงดึงดูดของโลกและความกดดันในขณะที่ให้น้ำ หรือการไหลซึมของน้ำที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลกเพียงอย่างเดียวเมื่อหยุดให้น้ำแล้ว เรียกว่าการซึมลึกในดิน (Percolation) (วิบูลย์ บุญยธโรกุล, 2526) การศึกษาค่าซึมลึกต่อวันโดย International Training Centre for Aerial Survey (2002) พบว่าเนื้อดินเหนียว (Clay) มีความสามารถในการซึมของน้ำเท่ากับ 4 มิลลิเมตร/วัน ดินร่วน



เหนียว (Clay loam) มีความสามารถในการซึมของน้ำเท่ากับ 7 มิลลิเมตร/วัน ดินร่วน (Loam) มีความสามารถในการซึมของน้ำเท่ากับ 12 มิลลิเมตร/วัน และ ดินเหนียวทราย (Sandy clay) มีความสามารถในการซึมของน้ำเท่ากับ 17 มิลลิเมตร/วัน ในขณะที่ปริมาณการซึมลึกที่ใช้ในงานชลประทานของประเทศไทย กำหนดให้ดินเหนียวมีความสามารถในการซึมของน้ำเท่ากับ 1 - 2 มิลลิเมตร/วัน ดินทรายมีความสามารถในการซึมของน้ำเท่ากับ 3-10 มิลลิเมตร/วัน (กรมชลประทาน, 2531) หรือร้อยละ 5 ของปริมาณน้ำฝน (กิจการ พรหมมา, 2546) ซึ่งการซึมลึกเกิดกับน้ำที่ไม่อยู่ในอำนาจดูดยึดของดินนี้ถือเป็นน้ำอิสระ นอกจากทำให้ธาตุอาหารสูญเสียไปจากดินแล้ว ที่สำคัญกว่านั้นในด้านการทำให้ความชื้นที่พืชต้องการสูญเสียไปจากดินในรูปของการซึมลึกเป็นสิ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ (กรมชลประทาน, 2531) ซึ่งการซึมของน้ำที่ผ่านโซนที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำไปสู่ระดับล่างหรือบาดาลถูกควบคุมโดยองค์ประกอบเหล่านี้คือ (สง่า ตั้งชवाल, 2537)

- (1) ปริมาณน้ำฝน (Amount of Rainfall) ถ้ามีมากการแทรกซึมได้มาก
- (2) สภาพภูมิประเทศ (Topography) พื้นที่ที่ลาดเอียงน้ำมีการแทรกซึมผ่านพื้นที่ลาดเทลงสู่ทางด้านล่างได้มากกว่าบนพื้นที่ราบ
- (3) ความพรุนและความซึมได้ของหินและดิน (Porosity and Permeability of Rock and Soil) คุณสมบัติของหินและดินมีค่าความพรุนและความซึมได้แตกต่างกัน หินและดินที่มีค่าความพรุนและความซึมได้สูงจะแทรกซึมได้มาก
- (4) พืช (Plant) ถ้าในบริเวณนั้น พืชมักจะดูดซึมน้ำได้ดี ทำให้การแทรกซึมลงไปสู่ชั้นดินและหินข้างล่างได้น้อย

นอกจากปัจจัยสำคัญดังกล่าวข้างต้นแล้ว น้ำในดินยังเกิดจากการเรียงตัวของเม็ดดินที่ทำให้เกิดช่องว่างที่มีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ ขึ้น เมื่อฝนตกหรือให้น้ำแก่พืช น้ำก็จะแทรกเข้าไปอยู่ในช่องว่างเหล่านี้และเกาะติดอยู่กับเม็ดดินด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของดินกับโมเลกุลของน้ำ (วิบูลย์ บุญยธโรกุล, 2526) น้ำที่ไหลซึมผ่านชั้นพื้นผิวดินได้มาจากน้ำฝน (Rain fall) จะลงไปกักเก็บอยู่เหนือเส้นระดับน้ำใต้ดิน และน้ำที่ขังอยู่ระหว่างเม็ดดินตะกอน (สง่า ตั้งชवाल, 2537) ซึ่งแบ่งออกเป็น

- (1) โซนที่มีอากาศแทรก (Zone of Aeration) เป็นส่วนของชั้นดินหรือชั้นหินที่มีอากาศ บางทีเรียกว่า โซนที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated Zone) โซนนี้จะอยู่เหนือ ระดับน้ำใต้ดินหรือระดับน้ำบาดาล (Ground Water Table หรือบางทีเรียกสั้น ๆ ว่า Water Table) และมีน้ำกักเก็บอยู่ และบางส่วนมีอากาศแทรกอยู่ มีความกดดันของของเหลวต่ำกว่าความกดดันของอากาศบนพื้นผิวดิน พืชส่วนมากได้รับน้ำใต้ดินในโซนที่มีอากาศแทรก ซึ่งน้ำในดินอยู่ในโซนนี้ด้วย



(2) โซนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Zone of Saturation) เป็นโซนที่ไม่มีอากาศอยู่ใต้ระดับน้ำ ใต้ดินน้ำที่ได้มาจากน้ำฝน น้ำที่ไหลตามแรงโน้มถ่วงจากโซนชั้นบน และน้ำที่มาจากหินหนืด (Magmatic Water) ที่อยู่ในระดับลึกเกิดจากการเย็นตัวตกผลึกของหินหนืดในโซนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ มีน้ำใต้พื้นผิวดินอยู่เพียงชั้นเดียว คือ น้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาล (Ground Water)

น้ำในดิน

จากการเปลี่ยนแปลงและถ่ายเทเคลื่อนไหวได้ตลอดเวลาของน้ำในวงจรอุทกวิทยา โดยอยู่ในรูปของปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้นทำให้เกิดเป็นสมดุลของน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งได้มีผู้ศึกษาเรื่องนี้มาเป็นระยะเวลานานแล้ว ในแต่ละวิธีมีการคำนวณหาที่แตกต่างกันออกไปตามสภาพของท้องที่และวัตถุประสงค์ของผู้ศึกษา แต่โดยทั่วไปปริมาณน้ำในดินมักคำนวณจากสมการสมดุลน้ำ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรที่สำคัญ คือ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการคายระเหย ปริมาณน้ำท่า และปริมาณน้ำซึมลึก

สมาน ปราการรัตน์ (2537) ได้ศึกษาปริมาณของน้ำในดินจากวิธีการการวิเคราะห์สมดุลน้ำในดินโดยใช้ข้อมูลอุตุณิยมิวิทยาเกษตรตั้งแต่ พ.ศ. 2512-2536 ของสถานีตรวจวัดอากาศเกษตร จำนวน 18 สถานี ทั่วประเทศ ได้กำหนดให้ช่วงที่ 3 ของเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงที่ดินจะมีน้ำในดินอิ่มตัวคือมีน้ำสะสมอยู่ 100 มิลลิเมตร ในทุกสถานีพบว่าจะเริ่มมีปริมาณสะสมของน้ำในดินที่ จังหวัดเชียงใหม่ ในปลายเดือนพฤษภาคม ถึงปลายเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำในดินจะมีมากที่สุด แต่ในต้นเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนพฤษภาคม จะไม่มีปริมาณสะสมของน้ำในดินที่ จังหวัดสุโขทัย สำหรับในจังหวัดพิษณุโลก จากการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ช่วงระหว่างปลายเดือนพฤศจิกายนจนถึงต้นเดือนพฤษภาคม จะเป็นช่วงขาดแคลนน้ำ ช่วงระหว่างต้นเดือนพฤษภาคมถึงประมาณปลายเดือนสิงหาคม จะเป็นช่วงที่ฝนตกมากกว่าค่าคายระเหยน้ำ ซึ่งในช่วงนี้ดินเริ่มสะสมความชื้นจนถึงจุดอิ่มตัว หลังจากนั้นฝนจะตกลงมามากเกินกว่าที่ดินจะรับได้ จึงเป็นสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้เกิดมีการไหลบ่าของน้ำ ซึ่งปกติจะอยู่ในช่วงระหว่างกลางเดือนสิงหาคมจนถึงประมาณปลายเดือนตุลาคม ตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคมเป็นต้นไป ฝนเริ่มจะตกน้อยลงเกินกว่าค่าคายระเหยน้ำ ซึ่งช่วงนี้พืชก็จะเริ่มใช้น้ำที่สะสมจากดินไปจนถึงต้นเดือนธันวาคม จากนั้นก็จะเข้าสู่ช่วงขาดน้ำต่อไป จากความสัมพันธ์ดังกล่าวพอที่จะสรุปได้ว่า ฤดูกาลเพาะปลูกของจังหวัดพิษณุโลกในพื้นที่นอกเขตชลประทาน อยู่ระหว่างช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2538) รณิณี ทองดารา (2540) ได้การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลสำรวจระยะไกลในการจัดทำแผนที่ความชื้นของดิน กรณีศึกษา ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งการศึกษาเป็นการจัดทำแผนที่



ความชื้นของดิน โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลสำรวจระยะไกล พื้นที่ศึกษาดังอยู่ในพื้นที่ หมู่บ้านบวรวิหารของศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยมี วิธีการศึกษา คือ การจัดทำฐานข้อมูลความชื้นของดิน การจัดทำแผนที่เพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน การเก็บตัวอย่างและวัดค่าความชื้นของดิน การหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของดินกับค่าการสะท้อนพลังงานของวัตถุจากข้อมูลดาวเทียมและปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย การจัดทำแผนที่ความชื้นของดิน ได้ใช้โปรแกรม ILWIS โดยปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลาดชัน ปริมาณน้ำฝน ค่าศักยภาพการคายระเหย และค่าการสะท้อนพลังงานของวัตถุจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ช่วงเวลาที่ทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2539 ผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัย ที่มีต่อปริมาณความชื้นของดิน พบว่า ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลึกของดิน เนื้อดิน ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้นของดิน โดยค่าการสะท้อนพลังงานของวัตถุของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT แบนด์ 4 และความสูงจากระดับน้ำทะเลมีอิทธิพลต่อความชื้นของดินเท่ากับ 79.64 เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าความชื้นของดินมีค่าเท่ากับ 1.877 เปอร์เซ็นต์ จากสมการประมาณค่าความชื้นของดินที่ได้ทำการศึกษาในพื้นที่สามารถจัดทำเป็นแผนที่ความชื้นของดิน เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบหรือวางแผนการเพาะปลูกหรือการให้น้ำแก่พืชได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยสามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ได้ โดยใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชื้นของดินหรือ สามารถเพิ่มปัจจัยการศึกษาเพื่อให้เกิดศักยภาพในการประมาณ ค่าความชื้นของดินเพิ่มขึ้น

สมมูลน้ำ

ซูโซค อายุพงศ์ (2531) ได้ศึกษาสมมูลปริมาณน้ำของกลุ่มน้ำขนาดเล็กที่มีฝ่ายจำนวนมาก ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งปัจจุบันหน่วยงานของรัฐและองค์การระหว่างประเทศ กำลังเน้นการอย่างเร่งรัดในการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ โดยเฉพาะในด้านแหล่งน้ำ โครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก เพื่อการเกษตร เช่น ฝ่าย มีจำนวนเพิ่มขึ้น อย่างรวดเร็วทำให้มีความจำเป็นต้องวางแผนระยะยาวสำหรับการพัฒนาตลอดกลุ่มน้ำ เพื่อป้องกันการแย่งน้ำกันระหว่างฝ่ายแต่ละแหล่งในกลุ่มน้ำเดียวกัน จึงต้องวางแผนตลอดกลุ่มน้ำแต่ยังขาดวิธีในการวางแผน การศึกษานี้จึงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวางแผนพัฒนาในกลุ่มน้ำขนาดเล็กที่มีฝ่ายหลายแหล่ง แบบจำลองนี้ใช้วิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ USDA Soil Conservation Service ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากฝน และใช้หลักการการสมมูลของปริมาณน้ำ (Water



Balance) คำนวณปริมาณน้ำรายวันในแปลงนาที่ได้รับน้ำเสริมจากฝายตลอดฤดูเพาะปลูก (นาปี) โดยการตรวจสอบความชื้นในดินของแปลงนาแต่ละวัน และหาปริมาณผลผลิตที่ได้ต่อไร่ ซึ่งถ้าทำการ วิเคราะห์เช่นนี้สำหรับแผนการพัฒนาหลาย ๆ แผนแล้วเปรียบเทียบผลก็สามารถหาจำนวนฝายและตำแหน่งที่เหมาะสมในลุ่มน้ำได้ ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง ประกอบด้วยข้อมูลฝนรายวัน และข้อมูลการระเหยรายวัน ประเภทของการใช้ที่ดินและชนิดของดินในลุ่มน้ำ และลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ โดยข้อมูลเหล่านี้ได้รับการบันทึกไว้โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางอุทกวิทยา แบบจำลองนี้จึงใช้ได้กับลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า การศึกษานี้ได้ทดลองใช้แบบจำลองกับลุ่มน้ำห้วยยาง อำเภอบัวลำภู จังหวัดอุดรธานี และลุ่มน้ำห้วยแสนพัน อำเภอกุศบาก จังหวัดสกลนคร ในกรณีพื้นที่นาที่รับน้ำเสริมจากฝายแต่ละแห่งมีขนาด 400 ไร่ และพื้นที่รับน้ำของฝายแต่ละแห่งมีขนาดใกล้เคียงกัน ถ้าเกณฑ์ในการวางแผนต้องการให้ไม่มีการแย่งน้ำระหว่างฝายแต่ละแห่งเพื่อไม่ให้ผลผลิตข้าวที่ได้ต่อไร่ลดลง พบว่าลุ่มน้ำห้วยยาง (พื้นที่รับน้ำ 75 ตารางกิโลเมตร) สามารถมีฝายได้ 15 แห่ง และลุ่มน้ำห้วยแสนพัน (พื้นที่รับน้ำ 40 ตารางกิโลเมตร) มีฝายได้ 8 แห่ง

ธนากร ลัทธิดีระสุวรรณ (2543) ได้ศึกษาสมมูลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยไร่ บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร ลุ่มน้ำห้วยไร่ซึ่งเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็กเป็นต้นน้ำลำธารที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งอยู่ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน ตำบลห้วยยาง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร พื้นที่ลุ่มน้ำประกอบไปด้วยป่าเต็งรัง การศึกษาสมมูลของน้ำในครั้งนี้โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณความชื้นดิน ปริมาณการระเหยจากผิวดินตั้งแต่เดือนเมษายน 2535 ถึงมีนาคม 2542 เป็นเวลา 7 ปี พบว่าปริมาณน้ำฝนรายปีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,588.3 มิลลิเมตร และปริมาณของน้ำท่ารายปีเฉลี่ยเท่ากับ 22,272.8 ลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นความสูงของน้ำเท่ากับ 160.9 ลูกบาศก์เมตร และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 10.4 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 160,930.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางกิโลเมตร ปริมาณความชื้นของดิน เท่ากับ 174.5 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำรั่วซึม เท่ากับ 313 มิลลิเมตร คิดเป็น 19.2 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝน ปริมาณการคายระเหยน้ำรายปี เท่ากับ 1,114.3 มิลลิเมตร คิดเป็น 70.2 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝน ปริมาณการคายระเหยน้ำรายวัน เท่ากับ 3.1 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับสมมูลของน้ำกับพื้นที่อื่นๆ ลุ่มน้ำห้วยไร่มีปริมาณการคายระเหยเมื่อ เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณน้ำฝน มีค่ามากกว่าลุ่มน้ำที่มีสภาพการปกคลุมเป็นป่าไม่ผลัดใบปริมาณการคายระเหยน้ำรายปีในลุ่มน้ำห้วยไร่มีแนวโน้มมากขึ้น ปริมาณการคายระเหยน้ำรายเดือนเพิ่มขึ้นในฤดูฝนและลดลงในฤดูแล้ง ลุ่มน้ำห้วยไร่มีสภาพภาพในระดับระยะวังภัย



3.3 วิธีการวิจัย

3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลหลักๆ ที่ใช้ในการวิจัยส่วนนี้ ได้แก่ ข้อมูลน้ำฝน ข้อมูลการระเหย เนื้อดิน ภูมิประเทศและประเภทการใช้ที่ดิน ข้อมูลเหล่านี้จัดเก็บเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) ในรูปข้อมูลสถิติและแผนที่เชิงตัวเลข (Digital Map) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- (1) แผนที่เชิงตัวเลขแสดงขอบเขตการปกครองจังหวัด อำเภอ และตำบล มาตราส่วน 1: 50,000 จัดทำโดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (Thai Environment Institute: TEI)
- (2) แผนที่เชิงตัวเลขแสดงพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยมาตราส่วน 1: 250,000
- (3) แผนที่ภูมิประเทศ (Topography Map) ขนาดมาตราส่วน 1: 50,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร
- (4) แผนที่เชิงตัวเลขแสดงเส้นชั้นความสูง (Contour) และความลาดเทของพื้นที่ (Slope) ของจังหวัดพิษณุโลกมาตราส่วน 1: 50,000 จัดทำโดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
- (5) แผนที่เชิงตัวเลขแสดงความลาดเทของพื้นที่ มาตราส่วน 1: 250,000 จัดทำโดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
- (6) แผนที่เชิงตัวเลขแสดงชุดดินมาตราส่วน 1: 50,000 จัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน
- (7) แผนที่เชิงตัวเลขแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินมาตราส่วน 1: 50,000 จัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน
- (8) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจำนวน 145 สถานี (พ.ศ. 2536 ถึง 2545) จากข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา และสถานีอุทกวิทยา กรมชลประทาน
- (9) ข้อมูลปริมาณการระเหยจากผิวดินรายวัน จำนวน 14 สถานี (พ.ศ. 2536 ถึง 2545) จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา

3.3.2 การจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล เป็นข้อมูลที่มีความหลากหลายอยู่มาก ดังนั้นจึงมีการปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลเพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- (1) ออกแบบระบบฐานข้อมูล (Data Base) ที่บรรยายคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ศึกษา
- (2) นำเข้าตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา (Add xy Data) เป็นข้อมูลจุด (Point) เป็น ระบบ UTM

(3) กำหนดขอบเขตของชั้นข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาทุกชั้นข้อมูลด้วยวิธีการ Clip Analysis ด้วยพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของพื้นที่ศึกษา

(4) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และปรับปรุงแก้ไขระบบฐานข้อมูลแผนที่ โดยเปรียบเทียบกับแผนที่ฐาน (Base Map)

(5) จัดเตรียมข้อมูลชนิดดิน โดย สร้างชั้นข้อมูลชนิดของดิน ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มชุดดิน ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ Clay, Loam, Sandy Clay และ Clay Loam เพื่อใช้ในการหา ปริมาณการซึมลึก และค่า CN

(6) สร้างชั้นข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรมจากแผนที่การใช้ที่ดิน โดยเลือกพื้นที่ทำการเกษตรที่เพาะปลูก ข้าว พืชไร่ และพืชผัก

(7) สร้างชั้นข้อมูลความเหมาะสมของการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรต่อชนิดของพืชที่ใช้ปลูก ตามโปรแกรม Soil View ของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งวิเคราะห์จากชุดดินที่มีคุณสมบัติต่อการปลูกพืช

(8) สร้างชั้นข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient : Kc) ตามชนิดของพืช เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณการใช้น้ำของพืช

(9) นำเข้าสู่จุดความสูง โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50000 เพื่อนำจุดความสูงเหล่านี้ไปใช้ในการสร้าง DEM

3.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

(1) ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหย สร้างชั้นข้อมูลการกระจายของปริมาณน้ำฝน และปริมาณการระเหย โดยการประมาณค่าเชิงพื้นที่ ด้วยวิธี Tension Spline Type

(2) ปริมาณของน้ำท่าผิวดิน คำนวณจากผลรวมของน้ำท่าที่คำนวณได้จาก 2 วิธีการคือ (1) วิธีการคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าซึ่งวิเคราะห์จากเปอร์เซ็นต์ความชัน และ (2) วิธีการคำนวณจาก SCS Curve Number ซึ่งวิเคราะห์จากชนิดดิน (Soil Type) และประเภทสิ่งปกคลุมดิน และ (Land Cover Type) โดยวิธีการคำนวณน้ำท่าจากสัมประสิทธิ์น้ำท่า สามารถวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ โดยการนำข้อมูลจุดความสูงของพื้นที่มาสร้าง DEM เพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน และแบ่งชั้นข้อมูลตามเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน ด้วยวิธี Reclassify เพื่อแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 แบบ ตามการจำแนกในงานชลประทาน ดังตาราง 3-1 จากเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความลาดชันนำมาวิเคราะห์สัมประสิทธิ์น้ำท่าในสมการ 3-1 แล้วนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณปริมาณน้ำท่ามาคำนวณหาปริมาณน้ำท่าใน สมการ 3-2

สมการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า

$$Rc = (a \cdot P) + b \quad (\text{สมการ 3-1})$$

สมการคำนวณปริมาณน้ำท่า

$$R = [P \cdot R_c \cdot \text{Area}] / 1000 \quad (\text{สมการ 3-2})$$

เมื่อ R = น้ำท่า (ลบ.ม.) R_c = สัมประสิทธิ์น้ำท่า
 P = น้ำฝน (มม.) a = ค่าคงที่ของสมการ
 b = ค่าคงที่ของสมการ
 Area = พื้นที่ (ตร.ม.) (ในการศึกษานี้ เท่ากับ 1600)

ตาราง 3-1 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการในการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า

Terrain	Type	Slope	a	b
1	Flat area	0 – 5%	0.1293	- 6.2370
2	Gentle slope area	> 5 – 15%	0.1293	- 3.0540
3	Rolling area	> 15 – 30%	0.1295	1.4890
4	Steep area	> 30%	0.1295	5.7160

ส่วนวิธีการคำนวณปริมาณน้ำท่าจาก SCS Curve Number โดยการใช้ค่า CN ที่ได้จากการแบ่งชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน ดังตาราง 3-2 มาคำนวณในสมการ 3-3 และสมการ 3-4 ตามลำดับ

$$R = [((P - 0.2S) / (P + 0.8S)) * 25.4 * \text{Area}] / 1000 \quad (\text{สมการ 3-3})$$

โดยที่ $P > 0.2S$

$$S = (1000/\text{CN}) - 10 \quad (\text{สมการ 3-4})$$

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)
 P = ปริมาณน้ำฝน (นิ้ว)
 S = ความสามารถกักเก็บน้ำของดิน (นิ้ว)

ตาราง 3-2 ค่า CN แบ่งตามชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน

ชนิดดิน	ไร้ง	พืชผัก	นาข้าว	พืชไร่	ทุ่งหญ้า	ป่าไม้	ชุมชน
A (sandy)	77	67	62	60	30	35	58
B (loamy)	86	76	73	72	58	60	73
C (sandy clay loam)	91	83	81	81	71	73	82
D (clay)	94	86	85	84	78	80	86

(3) ปริมาณการซึม ซึ่งปริมาณน้ำที่สามารถซึมลงผ่านพื้นผิวดิน คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$I = P - (R + E) \quad (\text{สมการ 3-5})$$

เมื่อ I = ปริมาณการซึมทั้งหมด (น้ำในดินและน้ำซึมลึก) (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

E = ปริมาณการระเหย (ลบ.ม.)

(4) ปริมาณการซึมลึก โดยทดสอบการคำนวณจาก 7 แบบจำลองของการซึมลึก เพื่อได้ความเหมาะสมของปริมาณการซึมที่เหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้

(4.1) ปริมาณการซึมลึกที่ได้จากชนิดของดินที่ได้ศึกษาไว้โดย International Training Centre for Aerial Survey (ITC, 2002) และกรมชลประทาน (2531) (ตาราง 3-3) แสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$D_{(A, B, C, D)} = D_{\text{tex}} \cdot D_{\text{day}} \cdot \text{Area} \quad (\text{สมการ 3-6})$$

เมื่อ $D_{(A, B, C, D)}$ = ปริมาณการซึมลึก/สัปดาห์ตามชนิดดิน (ลบ.ม.)

D_{tex} = ปริมาณการซึมลึก/วัน ตามชนิดดิน (ลบ.ม.)

D_{day} = จำนวนวันที่ใช้ศึกษาสำหรับการศึกษานี้เท่ากับ 7 วัน

Area = พื้นที่ (ไร่)



ตาราง 3-2 ค่า CN แบ่งตามชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน

ชนิดดิน	ไร่วาง	พืชผัก	นาข้าว	พืชไร่	ทุ่งหญ้า	ป่าไม้	ชุมชน
A (sandy)	77	67	62	60	30	35	58
B (loamy)	86	76	73	72	58	60	73
C (sandy clay loam)	91	83	81	81	71	73	82
D (clay)	94	86	85	84	78	80	86

(3) ปริมาณการซึม ซึ่งปริมาณน้ำที่สามารถซึมลงผ่านพื้นผิวดิน คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$I = P - (R + E) \quad (\text{สมการ 3-5})$$

เมื่อ I = ปริมาณการซึมทั้งหมด (น้ำในดินและน้ำซึมลึก) (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

E = ปริมาณการระเหย (ลบ.ม.)

(4) ปริมาณการซึมลึก โดยทดสอบการคำนวณจาก 7 แบบจำลองของการซึมลึก เพื่อได้ความเหมาะสมของปริมาณการซึมที่เหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้

(4.1) ปริมาณการซึมลึกที่ได้จากชนิดของดินที่ได้ศึกษาไว้โดย International Training Centre for Aerial Survey (ITC, 2002) และกรมชลประทาน (2531) (ตาราง3-3) แสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$D_{(A, B, C, D)} = D_{\text{tex}} \cdot D_{\text{day}} \cdot \text{Area} \quad (\text{สมการ 3-6})$$

เมื่อ $D_{(A, B, C, D)}$ = ปริมาณการซึมลึก/สัปดาห์ตามชนิดดิน (ลบ.ม.)

D_{tex} = ปริมาณการซึมลึก/วัน ตามชนิดดิน (ลบ.ม.)

D_{day} = จำนวนวันที่ใช้ศึกษาสำหรับการศึกษานี้เท่ากับ 7 วัน

Area = พื้นที่ (ไร่)

ตาราง 3-3 ค่าการปรับแก้ปริมาณการซึมลึกของสถาบัน ITC และ กรมชลประทาน

Texture	A	B	C	D
A(Clay)	4	1.00	1	4
B(Loam)	12	2.57	3	12
C(Sandy clay)	14	3.00	3	12
D(Clay loam)	7	1.75	1	4

ที่มา : ITC = International Training Centre for Aerial Survey, RID = กรมชลประทาน

(*มิลลิเมตร/วัน)

(4.2) ปริมาณการซึมลึกที่มีการศึกษาไว้โดยกองวางแผนที่ดิน ซึ่งกำหนดให้ดินระดับความลึก 50 เซนติเมตร สามารถสะสมน้ำได้สูงสุด 100 มิลลิเมตร

$$D_{(E)} = (P - (E + R)) - (100 * \text{Area}) \quad (\text{สมการ 3-7})$$

เมื่อ $D_{(E)}$ = ปริมาณการซึมลึกของกรมพัฒนาที่ดิน (ลบ.ม.)

(4.3) ปริมาณการซึมลึกโดยคิดจาก 5% ของปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่

$$D_{(F)} = ((P * 5) / 100) * \text{Area} \quad (\text{สมการ 3-8})$$

เมื่อ $D_{(F)}$ = ปริมาณการซึมลึกที่คิดเป็น 5% ของปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

(4.4) ปริมาณการซึมลึกที่ได้จากความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ในระดับความลึก 50 เซนติเมตร

$$D_{(G)} = (P - (E + R)) - (\text{Spore} * \text{Area}) \quad (\text{สมการ 3-9})$$

เมื่อ $D_{(G)}$ = ปริมาณการซึมลึกจากการอุ้มน้ำของดินชนิดต่าง ๆ (ลบ.ม.)

Spore = สัมประสิทธิ์ความพรุนของดินแต่ละชนิด (ตาราง 3-4)



ตาราง 3-4 สัมประสิทธิ์ความพรุนของดินแต่ละชนิด

ชนิดดิน	สัมประสิทธิ์ความพรุน
clay	0.60
clay loam	0.60
coarse	0.40
loam	0.50
loamy sand	0.40
sand	0.40
sand clay loam	0.50
sandy clay	0.40
silt loam	0.50
average	0.50

ที่มา : ยงยุทธ ไสยสกลา และคณะ (2541)

(5) ปริมาณน้ำในดิน แบบจำลองน้ำในดินประกอบด้วยตัวแปรสำคัญดังสมการ 3 -10

(ยงยุทธ ไสยสกลา และคณะ , 2541)

$$SW = P - (R + D + E) \quad (\text{สมการ 3-10})$$

เมื่อ

$$SW = \text{ปริมาณน้ำในดิน (ลบ.ม.)}$$

$$P = \text{ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)}$$

$$R = \text{ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)}$$

$$D = \text{ปริมาณการซึม (ลบ.ม.)}$$

$$E = \text{ปริมาณการระเหย (ลบ.ม.)}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลในแบบจำลองน้ำในดินได้กำหนดวิธีวิเคราะห์ โดยแบ่งตามวิธีการคำนวณตามแบบจำลองการซึมลึก จึงสามารถแบ่งแบบจำลองน้ำในดินได้ดังนี้

(5.1) แบบจำลองน้ำในดินโดยใช้ปริมาณการซึมลึกตามลักษณะของเนื้อดิน (ลบ.

ม.)

$$SW_{(A)}, SW_{(B)}, SW_{(C)}, SW_{(D)} = (P) - (E + D_{(A, B, C, D)} + R) \quad (\text{สมการ 3-11})$$

(5.2) แบบจำลองน้ำในดินที่ใช้ปริมาณการซึมลึกที่ศึกษาไว้โดยกองวางแผนที่ดิน

(ลบ.ม.)

$$SW_{(E)} = (P)-(E+D_{(E)}+R) \quad (\text{สมการ 3-12})$$

(5.3) แบบจำลองน้ำในดินโดยใช้ปริมาณการซึมลึกจาก 5% ของปริมาณน้ำฝน

(ลบ.ม.)

$$SW_{(F)} = (P)-(E+D_{(F)}+R) \quad (\text{สมการ 3-13})$$

(5.4) แบบจำลองน้ำในดินโดยใช้ปริมาณการซึมลึกที่เหลือจากความสามารถ

ในการอุ้มน้ำของดิน (ลบ.ม.)

$$SW_{(G)} = (P)-(E+D_{(G)}+R) \quad (\text{สมการ 3-14})$$

แบบจำลองน้ำในดินโดยวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังตาราง 3-5

ตาราง 3-5 แบบจำลองน้ำในดินที่คำนวณตามลักษณะการซึมลึก

สมการ	หมายเหตุ
$SW_{(A)} = (P)-(E+D_{(A)}+R)$	คิดปริมาณการซึมลึกตามชนิดของดินแบบของ ITC
$SW_{(B)} = (P)-(E+D_{(B)}+R)$	คิดปริมาณการซึมลึกตามชนิดของดินแบบ ITC ที่ปรับเทียบกับแบบของชลประทาน
$SW_{(C)} = (P)-(E+D_{(C)}+R)$	คิดปริมาณการซึมลึกตามชนิดของดินแบบของชลประทาน
$SW_{(D)} = (P)-(E+D_{(D)}+R)$	คิดปริมาณการซึมลึกตามชนิดของดินแบบของชลประทานที่ปรับเทียบกับแบบของ ITC
$SW_{(E)} = (P)-(E+D_{(E)}+R)$	คิดปริมาณการซึมลึกแบบของกรมพัฒนาที่ดิน
$SW_{(F)} = (P)-(E+D_{(F)}+R)$	คิดปริมาณการซึมลึกจากร้อยละ 5 ของน้ำฝน
$SW_{(G)} = (P)-(E+D_{(G)}+R)$	คิดปริมาณการซึมลึกที่เหลือจากความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

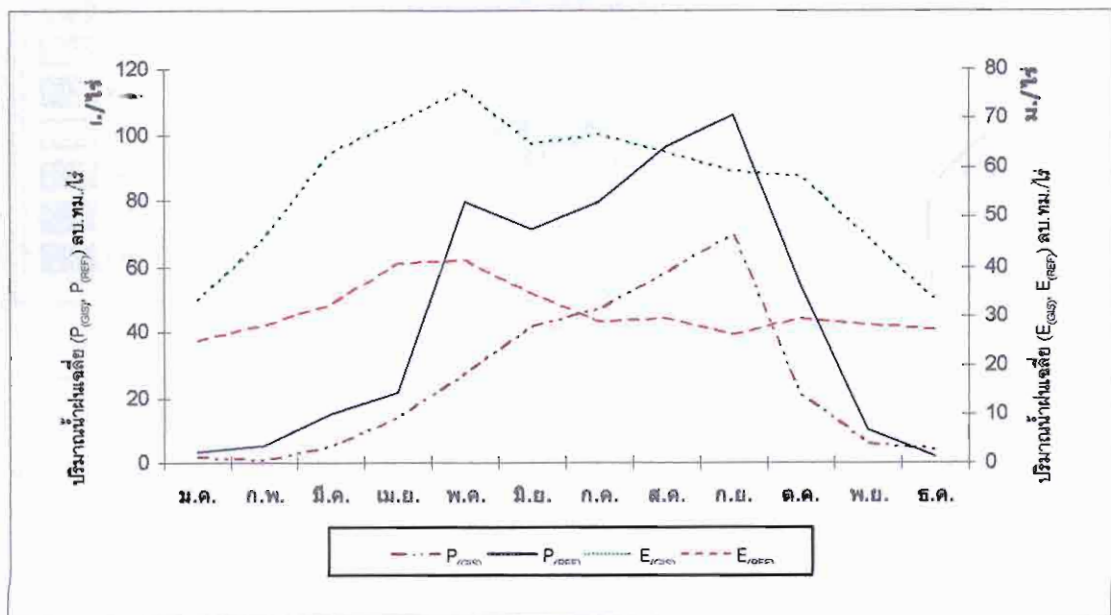
3.4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมดุลน้ำ

3.4.1 ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหย

ปริมาณน้ำฝน ($P_{(GIS)}$) และปริมาณการระเหย ($E_{(GIS)}$) ของพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการประมาณเชิงพื้นที่ เมื่อนำมาหาค่าสหสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหยอ้างอิง ($P_{(REF)}$, $E_{(REF)}$) ของกรมพัฒนาที่ดิน (ภาพ 3-2) พบว่า ปริมาณน้ำฝนมีค่าสหสัมพันธ์ร้อยละ 96 และปริมาณการระเหยมีค่าสหสัมพันธ์ร้อยละ 74 ช่วงสัปดาห์ที่ 34 ถึงสัปดาห์ที่ 37 มีปริมาณ

น้ำฝนเฉลี่ยมากกว่าสัปดาห์อื่น ๆ คือ 109-119 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ตามลำดับ สำหรับปริมาณของน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีของพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ เท่ากับ 2,094 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (1,309 มิลลิเมตร) และ 1,925 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (1,203 มิลลิเมตร) ตามลำดับ ซึ่งผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 13,948 และ 9,395 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ตามลำดับ (ภาพ 3-3)

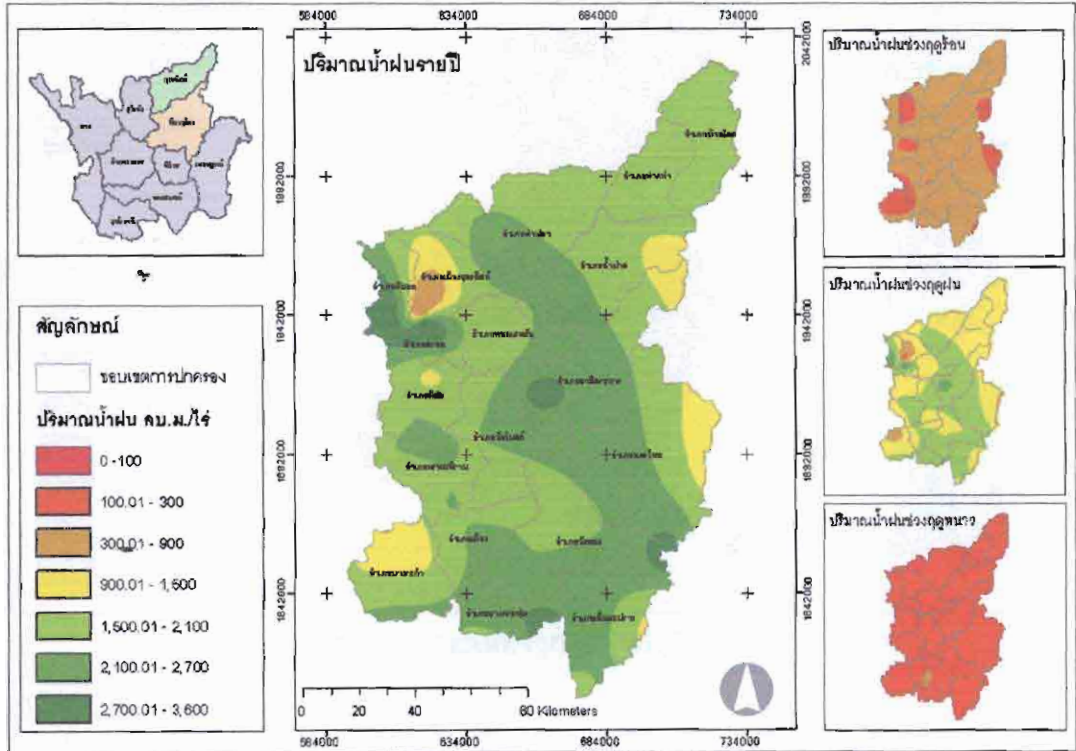
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำของทั้ง 2 จังหวัด ในช่วงสัปดาห์ที่ 16 ถึง สัปดาห์ที่ 18 เป็นสัปดาห์ที่มีปริมาณการระเหยเฉลี่ยสูงกว่าสัปดาห์อื่น ๆ คือ 66-68 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ สำหรับปริมาณการระเหยเฉลี่ยทั้งปีของพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ เท่ากับ 2,540 และ 2,363 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (1,587 และ 1,476 มิลลิเมตร) ตามลำดับ ซึ่งผลรวมของการระเหยทั้งจังหวัดเท่ากับ 16,914 และ 11,534 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ตามลำดับ (ภาพ 3-4)



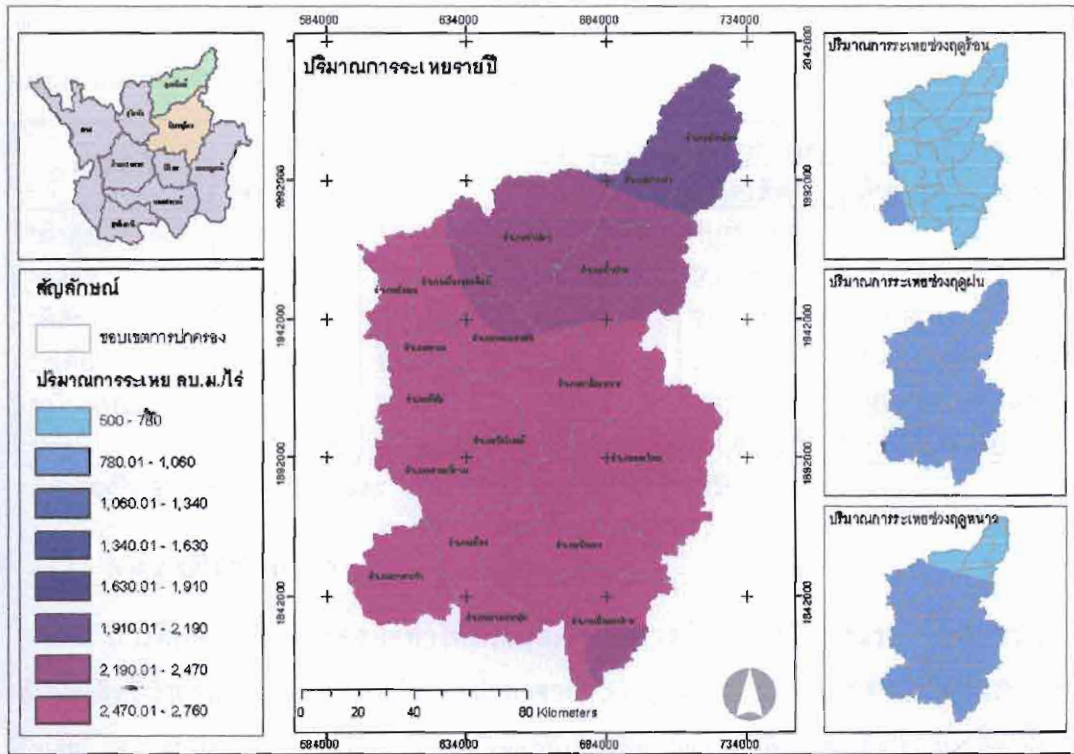
ภาพ 3-2 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหย จากผลการศึกษาของสารสนเทศภูมิศาสตร์ (P_{GIS} , E_{GIS}) กับผลการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน (P_{REF} , E_{REF})

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหยจากผิวน้ำของจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ พบว่า สัปดาห์ที่มีปริมาณของน้ำฝนเพิ่มมากขึ้นจนสูงกว่าปริมาณการระเหยมีจำนวน 22 สัปดาห์ คือสัปดาห์ที่ 20 ถึงสัปดาห์ที่ 41 (ยกเว้นสัปดาห์ที่ 25 ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำกว่าปริมาณการระเหย) สำหรับปริมาณการระเหยจริงซึ่งคำนวณจากสมการสมดุลน้ำ โดยปริมาณน้ำฝนลบกับผลรวมของปริมาณน้ำท่าและน้ำซึม พบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณเฉลี่ย 1,431 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี และมีปริมาณรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 9,532 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดอุตรดิตถ์มีปริมาณการระเหยจริงเฉลี่ย 1,275 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี และมีปริมาณรวมทั้งจังหวัด

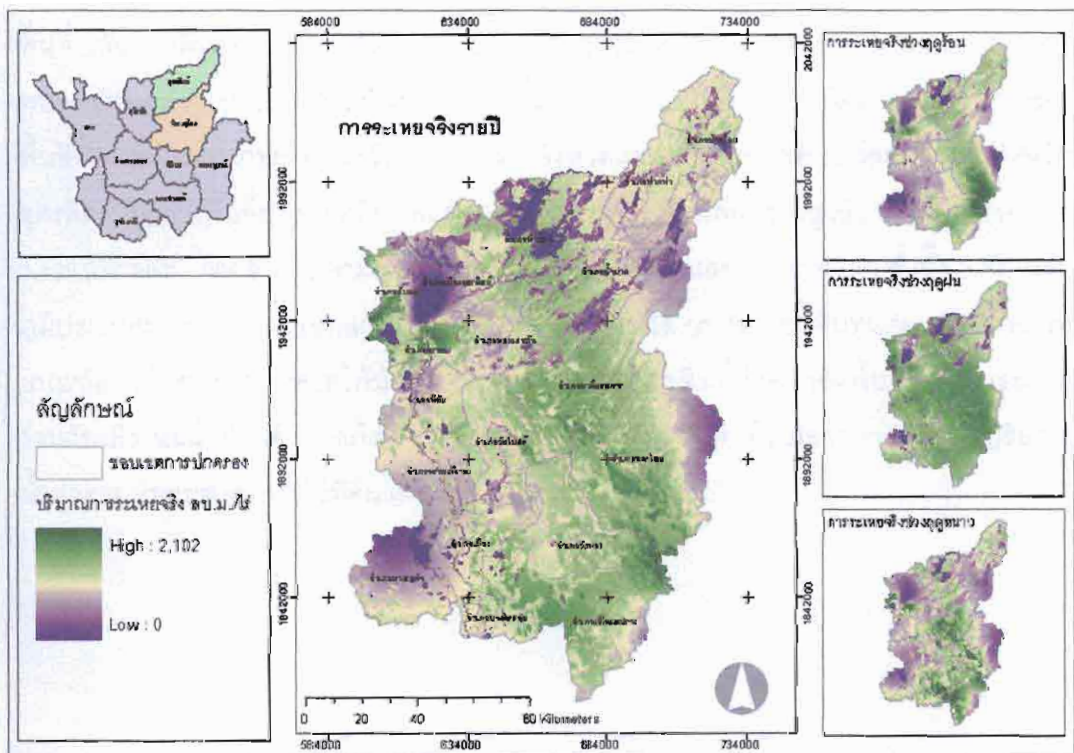
เท่ากับ 6,213 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี (ภาพ 3-5) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝน ปริมาณการระเหยจากผิวดิน และปริมาณการระเหยจริง สรุปได้ดังตาราง 3-6



ภาพ 3-3 ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี และแต่ละฤดูกาล



ภาพ 3-4 ปริมาณการระเหยจากเขื่อนรวมทั้งปี และแต่ละฤดูกาล



ภาพ 3-5 ปริมาณการระเหยจริงรวมทั้งปี และแต่ละฤดูกาล

ตาราง 3-6 ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยจากผิวดิน และปริมาณการระเหยจริงที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ค่าสถิติ	ปริมาณน้ำฝน		ปริมาณการระเหยจากผิวดิน		ปริมาณการระเหยจริง	
	พิษณุโลก	อุตรดิตถ์	พิษณุโลก	อุตรดิตถ์	พิษณุโลก	อุตรดิตถ์
*ต่ำสุด	884.05	314.12	2,314.23	1,911.53	-	-
*สูงสุด	2,936.78	3,531.54	2,757.15	2,668.22	2,102.34	2,062.97
*พิสัย	2,052.74	3,217.42	442.92	756.69	2,106.14	2,096.32
*เฉลี่ย	2,094.39	1,925.15	2,539.75	2,363.29	1,431.39	1,275.00
*เบี่ยงเบน	363.51	391.16	61.71	182.48	260.91	349.94
**รวม	13,948.20	9,395.75	16,914.20	11,534.10	9,532.37	6,213.04

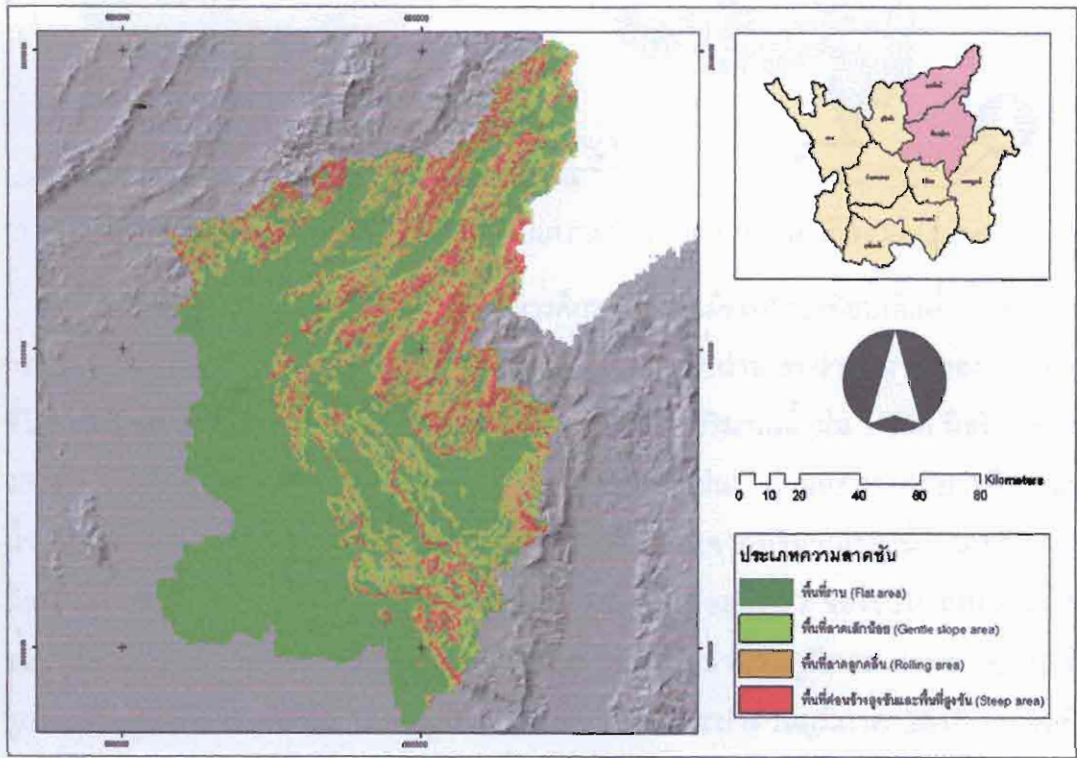
* มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี และ ** มีหน่วยเป็น ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

3.4.2 ปริมาณน้ำท่า

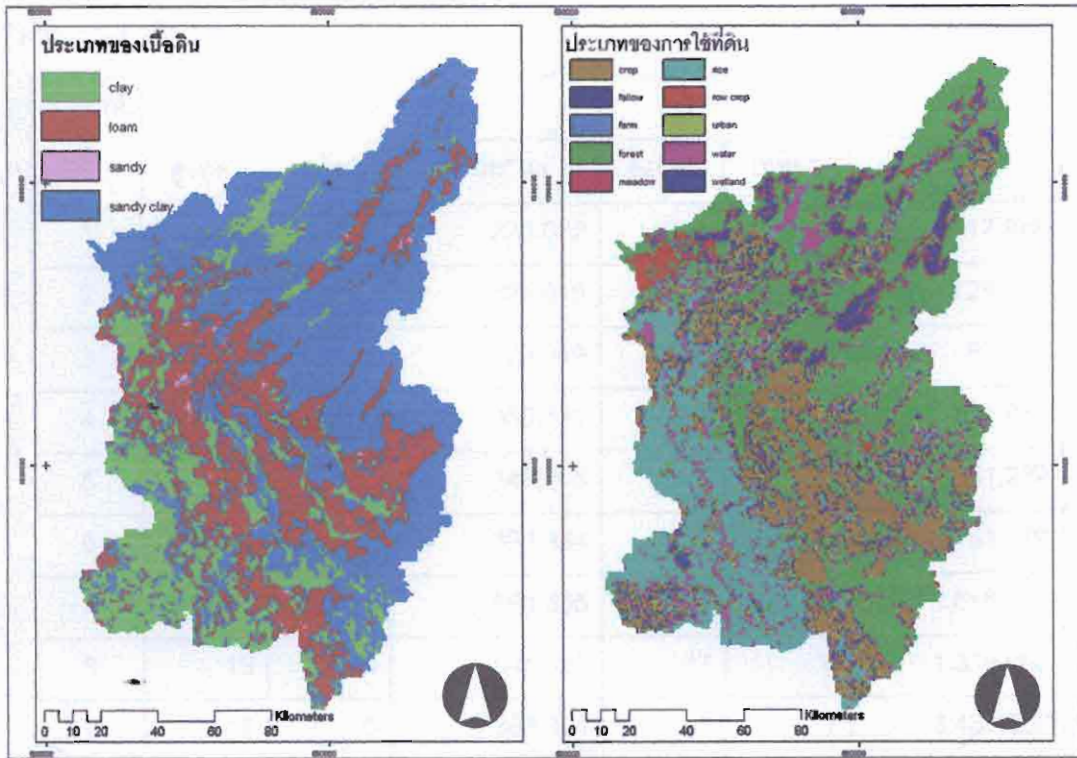
การศึกษาปริมาณของน้ำท่าได้ประยุกต์ใช้วิธีการคำนวณปริมาณของน้ำท่าจากค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าและการคำนวณปริมาณน้ำท่าจาก CN Curve โดยที่สัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient) แบ่งตามลักษณะความลาดเทของภูมิประเทศ (Slope) ออกเป็น 4 ประเภท คือ พื้นที่ราบ (Flat Area) พื้นที่ลาดเล็กน้อย (Gentle Slope Area) พื้นที่ลาดลูกคลื่น (Rolling Area) และพื้นที่สูงชัน (Steep Area) จากชั้นข้อมูลความสูงได้นำมาคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความลาดเทของพื้นที่ แล้วแบ่งพื้นที่ตามเปอร์เซ็นต์ความลาดเทออกเป็น 4 ประเภท (ตาราง 3-7) ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะภูมิประเทศแบบพื้นที่ราบมีพื้นที่มากที่สุดคือ 7,996,358 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 69 ของพื้นที่ทั้งหมด พบมากทางทิศตะวันตกของทั้ง 2 จังหวัดแต่พบในจังหวัดพิษณุโลกมากกว่าจังหวัดอุตรดิตถ์ สำหรับพื้นที่ลาดลูกคลื่น พื้นที่ลาดเล็กน้อย และพื้นที่ค่อนข้างสูงชัน มีพื้นที่ 1,318,226, 1,138,932 และ 1,080,835 ไร่ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 11, 10 และ 9 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ลักษณะภูมิประเทศพบมากทางตอนกลาง และตะวันออกของจังหวัด (ภาพ 3-6) พื้นที่แต่ละประเภทตามเกณฑ์แบ่งด้วยความลาดเทได้นำไปใช้คำนวณหาสัมประสิทธิ์น้ำท่าของพื้นที่แต่ละประเภทร่วมกับปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากวิธี SCS Curve Number ซึ่งได้จากการคำนวณปริมาณน้ำท่าตามประเภทของการใช้ที่ดินและเนื้อดิน (ภาพ 3-7)

ตาราง 3-7 เนื้อที่ตามประเภทความลาดชันของพื้นที่

ประเภทความลาดชัน	พื้นที่ (ไร่)	พื้นที่ (ตร.กม.)	พืชนุโลก (ไร่)	อุ ดร ดิ ต ธ์ (ไร่)
พื้นที่ราบ (Flat area)	7,996,358	12,794	4,812,920	3,183,438
พื้นที่ลาดเล็กน้อย (Gentle slope area)	1,138,932	1,822	704,694	434,238
พื้นที่ลาดลูกคลื่น (Rolling area)	1,318,226	2,109	690,966	627,260
พื้นที่สูงชัน (Steep area)	1,080,835	1,729	450,976	629,859



ภาพ 3-6 ลักษณะความลาดชันของพื้นที่



ภาพ 3-7 ประเภทการใช้ที่ดินและเนื้อดินที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าโดยวิธี CN (curve number)

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองน้ำท่าในการศึกษารั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของกรมชลประทาน และกองประปาส่วนภูมิภาค โดยใช้พื้นที่ลุ่มน้ำน่าน พบว่าปริมาณของน้ำท่ารายปีที่ได้จากแบบจำลองเท่ากับ 10,148 ล้านลูกบาศก์เมตร (จากปริมาณน้ำฝน 1,308 มิลลิเมตร หรือ 45,213 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 22 ของปริมาณน้ำฝน) ส่วนผลการศึกษาปริมาณของน้ำท่าของกรมชลประทานเท่ากับ 12,015 ล้านลูกบาศก์เมตร (จากปริมาณของน้ำฝนเฉลี่ย 1,272 มิลลิเมตร หรือเท่ากับ 43,693 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 27 ของปริมาณน้ำฝน) (กรมชลประทาน, 2547. เว็บไซต์) และผลการศึกษาของการประปาส่วนภูมิภาคเท่ากับ 9,158 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 21 ของปริมาณน้ำฝน) (การประปาส่วนภูมิภาค, 2547. เว็บไซต์)

ผลการศึกษา พบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 515.9 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 3,435 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ซึ่งลำดับที่ 34 มีปริมาณน้ำท่ามากที่สุด คือ 344 ล้านลูกบาศก์เมตรและมีปริมาณเฉลี่ย 51.7 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ จังหวัดอุดรธานีมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 537 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 2,617 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ซึ่งลำดับที่ 34 มีปริมาณน้ำท่ามากที่สุด คือ 259 ล้านลูกบาศก์เมตรมีปริมาณเฉลี่ย 53.2 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ตาราง 3-8) ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าสามารถแสดงการกระจายของปริมาณน้ำท่าได้ดังภาพ 3-8

ตาราง 3-8 ปริมาณน้ำท่า

ลำดับ ที่	พิษณุโลก			อุตรดิตถ์		
	สูงสุด	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
1	10	0	220,852	4	0	517,848
2	8	0	321,016	8	0	729,260
3	2	0	20,049	3	0	64,204
4	19	0	350,581	6	0	321,814
5	6	0	149,905	3	0	161,282
6	17	0	393,394	2	0	61,279
7	16	0	693,685	14	0	1,616,800
8	19	0	541,523	17	0	1,339,080
9	19	0	888,304	31	1	3,437,880
10	25	0	991,331	55	2	8,290,350
11	26	0	1,099,650	16	0	1,872,890
12	48	1	3,286,030	28	1	3,734,170
13	32	0	2,942,090	42	3	12,454,700
14	62	1	6,413,730	36	2	8,394,170
15	101	1	9,567,590	39	2	10,239,300
16	62	2	13,575,900	42	2	11,601,000
17	70	4	26,716,400	60	6	28,653,200
18	109	6	36,312,700	128	9	42,340,800
19	133	18	117,004,000	209	25	119,647,000
20	123	19	129,072,000	157	27	130,768,000
21	108	12	81,138,000	110	13	63,636,700
22	128	20	134,663,000	116	20	96,281,700

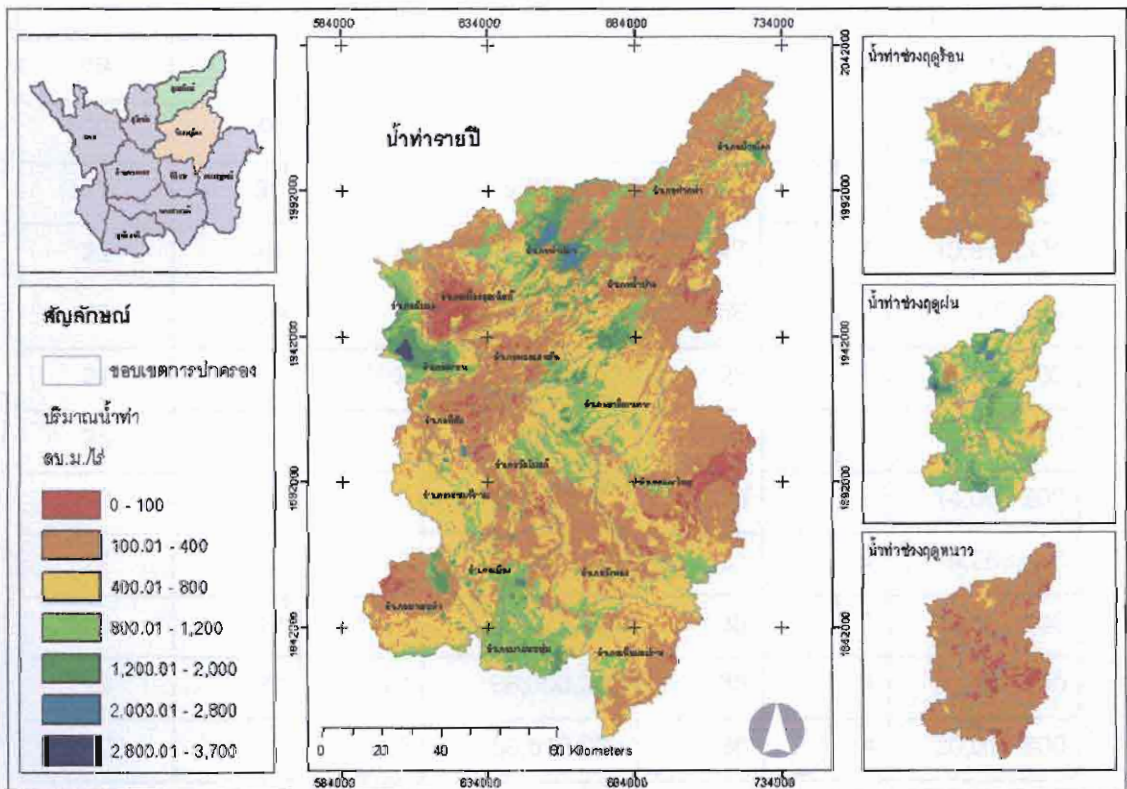
ตาราง 3-8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	พิษณุโลก			อุตรดิตถ์		
	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
23	97	15	96,704,600	177	20	95,631,700
24	87	10	67,941,900	92	12	58,584,100
25	77	5	31,297,900	51	4	18,533,500
26	109	12	79,853,000	105	11	51,813,000
27	139	20	136,107,000	118	11	55,481,900
28	81	8	50,181,800	89	9	43,117,800
29	172	20	130,057,000	77	12	60,099,200
30	124	18	119,171,000	87	11	55,231,800
31	159	33	220,572,000	188	38	183,822,000
32	167	31	205,761,000	168	29	142,031,000
33	117	17	115,308,000	155	25	120,420,000
34	199	52	344,088,000	241	53	259,202,000
35	147	32	211,115,000	218	49	236,526,000
36	186	45	297,109,000	169	35	172,041,000
37	165	43	284,401,000	151	32	155,753,000
38	158	37	244,497,000	206	35	172,149,000
39	106	12	77,127,000	115	16	76,046,100
40	139	12	78,453,500	82	7	36,264,300
41	78	4	23,933,600	69	4	19,775,600
42	45	1	9,428,250	39	2	9,239,650
43	88	4	24,590,800	88	6	27,709,300
44	66	2	15,097,000	71	2	9,968,520
45	30	0	2,179,850	18	1	2,970,720

ตาราง 3-8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	พืชปลูก			อุตสาหกรรม		
	สูงสุด	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
46	21	0	1,191,400	14	1	2,310,210
47	18	0	624,280	15	0	1,988,800
48	15	0	609,611	9	0	884,950
49	21	0	835,948	6	0	253,431
50	2	0	68,110	0	0	33,344
51	0	0	64,256	1	0	67,671
52	16	0	822,356	24	1	3,155,940
รวม		516	3,435,552,891		537	2,617,268,964

หมายเหตุ : * ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ** ลูกบาศก์เมตร/ปี



ภาพ 3-8 ปริมาณน้ำท่ารายปี และปริมาณน้ำท่าแต่ละฤดูกาล

3.4.3 ปริมาณการซึมทั้งหมด

ปริมาณน้ำที่สามารถซึมลงสู่ผิวดิน (Infiltration) คัดจากปริมาณของน้ำฝนที่เหลือจากการระเหยและที่กลายเป็นน้ำท่า ผลการศึกษาพบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการซึมทั้งหมดเฉลี่ย 247.0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 1,644 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สับดาห์ที่ 36 มีปริมาณการซึมมากที่สุด คือ 167.1 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 25.1 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ จังหวัดอุดรดิตถ์มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 196.5 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 957 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ซึ่งสับดาห์ที่ 31 มีปริมาณการซึมมากที่สุด คือ 105.8 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 21.7 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ตาราง 3-9)

ตาราง 3-9 ปริมาณการซึมรายสับดาห์

สับดาห์ที่	พิษณุโลก			อุดรดิตถ์		
	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
1 – 16	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	2	-	4,035
18	23	0	981,534	36	0	461,229
19	42	3	18,150,800	71	4	18,219,700
20	48	5	34,794,200	65	7	33,048,800
21	31	1	9,054,430	39	1	4,914,860
22	49	6	36,648,500	47	4	19,979,300
23	36	4	24,088,800	66	4	17,427,000
24	37	2	14,172,000	28	1	5,311,200
25	29	1	4,827,360	-	-	-
26	55	6	39,396,300	45	3	14,060,900
27	72	12	82,528,400	51	4	19,263,000
28	42	4	27,071,100	39	2	11,358,800
29	87	10	68,000,200	38	4	21,452,500
30	63	10	68,512,900	36	4	20,015,800



ตาราง 3-9 (ต่อ)

ลำดับพื้นที่	พิษณุโลก			อุตรดิตถ์		
	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
31	78	22	146,402,000	88	22	105,863,000
32	71	17	111,006,000	78	16	79,194,600
33	74	16	107,029,000	75	15	71,909,000
34	101	24	157,112,000	91	21	103,257,000
35	73	21	137,145,000	88	21	103,197,000
36	84	25	166,906,000	74	17	84,117,500
37	82	25	167,194,000	74	18	85,392,500
38	82	22	145,702,000	86	18	89,377,600
39	48	4	24,415,200	53	7	31,995,800
40	68	7	43,304,800	32	2	8,141,120
41	27	1	4,273,640	23	0	1,806,230
42	1	-	1	-	-	-
43	40	1	4,343,640	32	1	6,867,030
44	19	0	1,588,270	23	0	902,698
45 – 52	-	-	-	-	-	-
รวม		247	1,644,648,075		197	957,538,202

หมายเหตุ : * ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ** ลูกบาศก์เมตร/ปี

3.4.4 ปริมาณการซึมลึก

ปริมาณของน้ำฝนที่สามารถซึมลึกลงสู่ผิวดินมีทั้งส่วนที่ดินสามารถกักเก็บไว้ (ซึ่งพืชสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำในส่วนนี้) และน้ำที่สามารถไหลลงสู่ชั้นบาดาล การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการศึกษาปริมาณของการซึมลึกลงสู่ชั้นบาดาลออกเป็น 7 วิธีการ (สมการ 3-6 ถึง 3-9) ผลการศึกษา พบว่าวิธีที่มีปริมาณของน้ำซึมลึกเฉลี่ยมากที่สุดคือวิธี $D_{(E)}$ $D_{(B)}$ และ $D_{(C)}$ คือมีปริมาณ 47, 34 และ 28 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ภาพ 3-9) ปริมาณการซึมลึกที่คำนวณได้จาก 7 วิธี โดยเลือก

ตาราง 3-10 ตัวอย่างสัปดาห์ที่แสดงปริมาณการซึมลึกที่คิดเป็นร้อยละของน้ำฝนที่เกิดขึ้น

สัปดาห์	I	D _(A)	D _(B)	D _(C)	D _(D)	D _(E)	D _(F)	D _(G)
1 (ม.ค.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
5 (ก.พ.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0
9 (มี.ค.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
14 (เม.ย.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
18 (พ.ค.)	1.3	1.3	1.0	0.8	1.3	0.0	5.0	0.0
23 (มิ.ย.)	13.9	13.8	9.7	9.5	13.8	0.0	5.0	0.0
27 (ก.ค.)	32.0	29.2	12.9	15.3	28.0	0.0	5.0	0.0
32 (ส.ค.)	36.7	33.2	12.2	14.7	30.0	0.0	5.0	0.0
36 (ก.ย.)	45.0	36.5	11.1	13.5	31.8	0.0	5.0	0.0
41 (ต.ค.)	5.4	5.4	4.7	4.4	5.4	0.0	5.0	0.0
45 (พ.ย.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
49 (ธ.ค.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0

หมายเหตุ I คือ การซึมคิดเป็นร้อยละของน้ำฝน D_(A), D_(B), D_(C), D_(D), D_(E), D_(F), D_(G) คือ ปริมาณการซึมลึกคิดเป็นร้อยละของน้ำฝน



ตาราง 3-11 ปริมาณการขี้มด

ลำดับ ที่	พิษณุโลก			อุตรดิตถ์		
	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
1 – 16	-	-	-	2	-	4,035
18	18	0	963,569	18	0	458,202
19	21	3	16,772,500	21	3	15,751,100
20	21	4	29,743,600	21	5	25,327,400
21	21	1	8,507,480	21	1	4,797,050
22	21	5	31,915,700	21	4	18,051,800
23	21	3	23,021,700	21	3	15,501,700
24	21	2	13,944,400	18	1	5,245,780
25	21	1	4,816,420	-	-	-
26	21	5	32,040,800	18	3	12,942,100
27	21	8	55,113,700	18	3	15,155,500
28	21	4	24,856,700	18	2	10,402,100
29	21	7	48,118,700	18	4	19,358,700
30	21	8	51,816,400	21	4	18,219,500
31	21	11	75,246,100	21	10	50,123,900
32	21	10	64,839,300	21	9	41,516,100
33	21	10	66,289,800	21	9	43,818,000
34	21	11	73,206,400	21	10	48,613,900
35	21	11	73,001,300	21	10	46,881,900
36	21	12	77,747,400	21	9	44,561,200
37	21	12	78,969,300	21	10	47,308,900
38	21	12	77,847,200	21	10	46,474,700



ตาราง 3-11 (ต่อ)

ลำดับ ที่	พิษณุโลก			อุตรดิตถ์		
	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
39	20	3	22,394,500	21	5	26,112,600
40	21	6	38,791,100	18	2	7,940,460
41	18	1	4,183,180	12	0	1,717,010
42	1	-	1	-	-	-
43	21	1	3,891,540	21	1	6,164,790
44	18	0	1,587,600	18	0	899,410
รวม		150	999,626,390		118	573,347,837

หมายเหตุ : * ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ** ลูกบาศก์เมตร/ปี

ลำดับที่ไม่ปรากฏในตาราง แสดงว่าไม่มีการขมิลกในลำดับนั้น

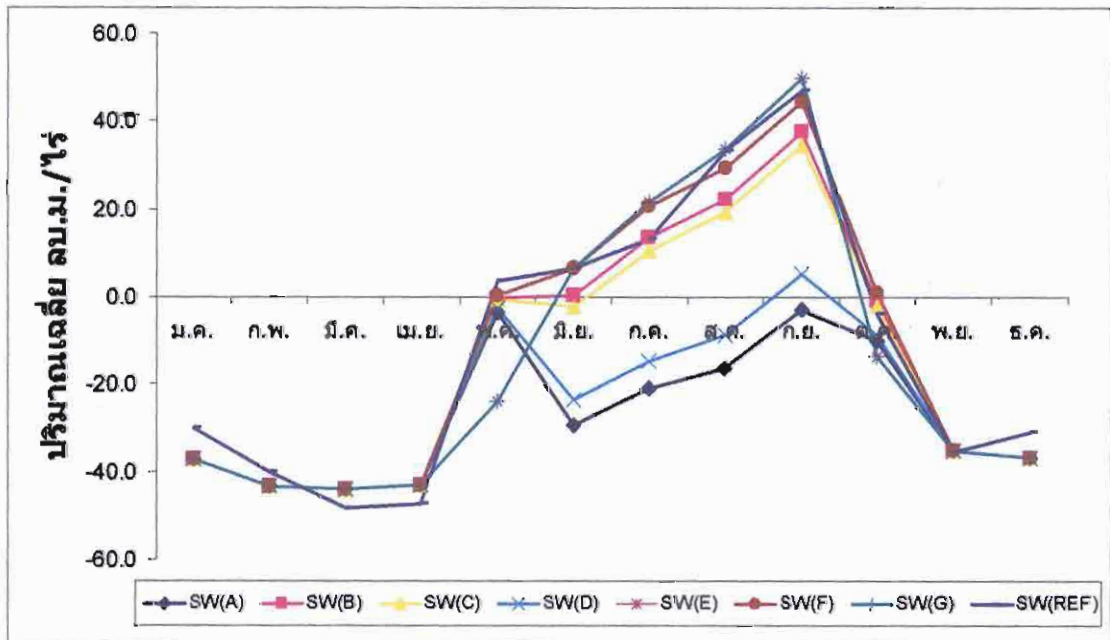
3.4.5 ปริมาณน้ำในดิน

การคำนวณปริมาณของน้ำในดินได้เลือกลำดับแรกของแต่ละเดือนมาเป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในดินอ้างอิงที่คำนวณโดยกรมพัฒนาที่ดิน โดยได้กำหนดให้ปริมาณน้ำที่ดินที่สามารถกักเก็บได้ไม่เกินความสามารถอุ้มน้ำได้ของดินที่ความลึกที่ 50 เซนติเมตร สามารถกักเก็บน้ำได้สูงสุด คือ ร้อยละ 50 ปริมาตรของดินทั้งหมด

ผลการศึกษา พบว่า ทุกแบบจำลอง (ตามสรุปในตาราง 3-5) เริ่มมีปริมาณน้ำในดินตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงกันยายน (ภาพ 3-10) ปริมาณของน้ำในดินจากแบบจำลองของสมการ $SW_{(A)}$ และ $SW_{(G)}$ มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยเท่ากัน คือ 144.0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี รองลงมาคือแบบจำลองของสมการ $SW_{(F)}$ และ $SW_{(D)}$ มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย คือ 126.8 และ 101.7 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ในขณะที่ปริมาณของน้ำในดินอ้างอิงเท่ากับ 96.8 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี แบบจำลองที่มีปริมาณของน้ำในดินน้อยกว่าปริมาณน้ำในดินอ้างอิงมีเพียงแบบจำลองเดียวคือแบบจำลองที่ได้จากสมการ $SW_{(B)}$

ผลการศึกษาปริมาณน้ำในดินโดยใช้แบบจำลองสมการน้ำโดยคิดจากปริมาณการขมิลก 7 วิธี พบว่า ปริมาณของน้ำในดินจากแบบจำลองของสมการ $SW_{(A)}$, $SW_{(B)}$, $SW_{(C)}$, $SW_{(D)}$, $SW_{(E)}$, $SW_{(F)}$ และ $SW_{(G)}$ มีค่าสหสัมพันธ์กับปริมาณอ้างอิง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2538) ร้อยละ 86, 99, 99, 93, 96, 99, และ 95 ตามลำดับ แบบจำลอง $SW_{(E)}$ และแบบจำลอง $SW_{(G)}$ มีปริมาณของน้ำในดินมาก

ที่สุดเท่ากันคือ 111.51 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี สำหรับของแบบจำลอง $SW_{(A)}$ มีปริมาณการซึมลึกสูง จึงทำให้ไม่มีปริมาณน้ำในดินเกิดขึ้น จากการเปรียบเทียบค่าคำนวณจากแบบจำลองกับค่าอ้างอิง จากผลการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน เมื่อพิจารณาความถูกต้องของแบบจำลองจากค่า R^2 และ MSE พบว่า แบบจำลอง $SW_{(B)}$ เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด ($R^2=0.98$ และ $MSE=33.6$) ทั้งนี้ แบบจำลองนี้คำนึงถึงความแตกต่างของชนิดของดินที่มีผลต่อการซึม ในขณะที่แบบจำลอง $SW_{(C)}$ ซึ่งแม้ว่ามีค่า MSE ต่ำกว่าแต่ไม่ได้นำตัวแปรด้านชนิดดินมาใช้ในการคำนวณ ผลการวิเคราะห์ โดยด้วยแบบจำลอง $SW_{(B)}$ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 73.6 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณอ้างอิง (97 ลูกบาศก์เมตร) ปริมาณน้ำในดินที่คำนวณได้จากแบบจำลองทั้ง 7 สามารถแสดงเป็นแผนที่ได้ดังภาพ 3-10



ภาพ 3-10 ปริมาณน้ำในดินจากแบบจำลองต่าง ๆ เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงของกรมพัฒนาที่ดิน

ตาราง 3-12 ปริมาณน้ำในดิน

สัปดาห์	*น้ำฝน	*การระเหย	*น้ำท่า	*การซึมรวม	*SW _(A)	*SW _(B)	*SW _(C)	*SW _(D)	*SW _(E)	*SW _(F)	*SW _(G)	*SW _(REF)
1 (ม.ค.)	2.2	39.5	0.0	-37.2	-37.2	-37.2	-37.2	-37.2	-37.2	-37.2	-37.2	-30.1
5 (ก.พ.)	1.2	44.7	0.0	-43.4	-43.4	-43.4	-43.4	-43.4	-43.4	-43.4	-43.4	-40.1
9 (มี.ค.)	7.3	51.6	0.1	-43.9	-43.9	-43.9	-43.9	-43.9	-43.9	-43.9	-43.9	-48.3
14 (เม.ย.)	21.4	64.8	1.0	-43.2	-43.2	-43.2	-43.2	-43.2	-43.2	-43.2	-43.2	-47.3
18 (พ.ค.)	43.4	65.6	5.5	-3.5	-3.5	-0.4	-0.6	-2.7	-44.9	0.3	-25.6	3.7
23 (มิ.ย.)	66.4	54.9	14.5	6.5	-29.3	0.3	-2.3	-23.6	-443.4	6.6	-269.2	6.5
27 (ก.ค.)	74.6	45.5	20.4	21.6	-20.9	13.5	10.4	-14.7	-506.0	20.5	-304.0	13.0
32 (ส.ค.)	92.7	46.5	30.9	33.6	-16.3	22.3	19.3	-8.7	-573.9	29.5	-341.2	33.2
36 (ก.ย.)	110.7	41.7	44.6	49.8	-2.9	37.5	34.6	5.3	-590.2	44.3	-344.5	46.8
41 (ต.ค.)	33.2	46.5	3.6	-13.8	-10.1	-1.0	-1.8	-8.8	-151.0	1.1	-97.6	-3.8
45 (พ.ย.)	9.0	44.6	0.3	-35.1	-35.1	-35.1	-35.1	-35.1	-35.1	-35.1	-35.1	-35.6
49 (ธ.ค.)	6.0	43.2	0.1	-36.9	-36.9	-36.9	-36.9	-36.9	-36.9	-36.9	-36.9	-31.0
รวม	468.0	589.1	121.1	111.5	0.0	73.6	64.3	5.3	0.0	102.3	0.0	97.0



ตาราง 3-13 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

Statistic*	SW _(A)	SW _(B)	SW _(C)	SW _(D)	SW _(E)	SW _(F)	SW _(G)	SW _(REF)
sum	0.00	73.60	64.28	5.33	111.51	102.26	111.51	97.00
%	0.00	15.73	13.73	1.14	23.82	21.85	23.82	26.50
R	0.86	0.99	0.99	0.93	0.96	0.99	0.96	
R ²	0.74	0.98	0.98	0.86	0.92	0.98	0.92	
SSE	7589.41	402.69	582.50	5355.16	1073.97	244.55	1073.97	
MSE	632.45	33.56	48.54	446.26	89.50	20.38	89.50	

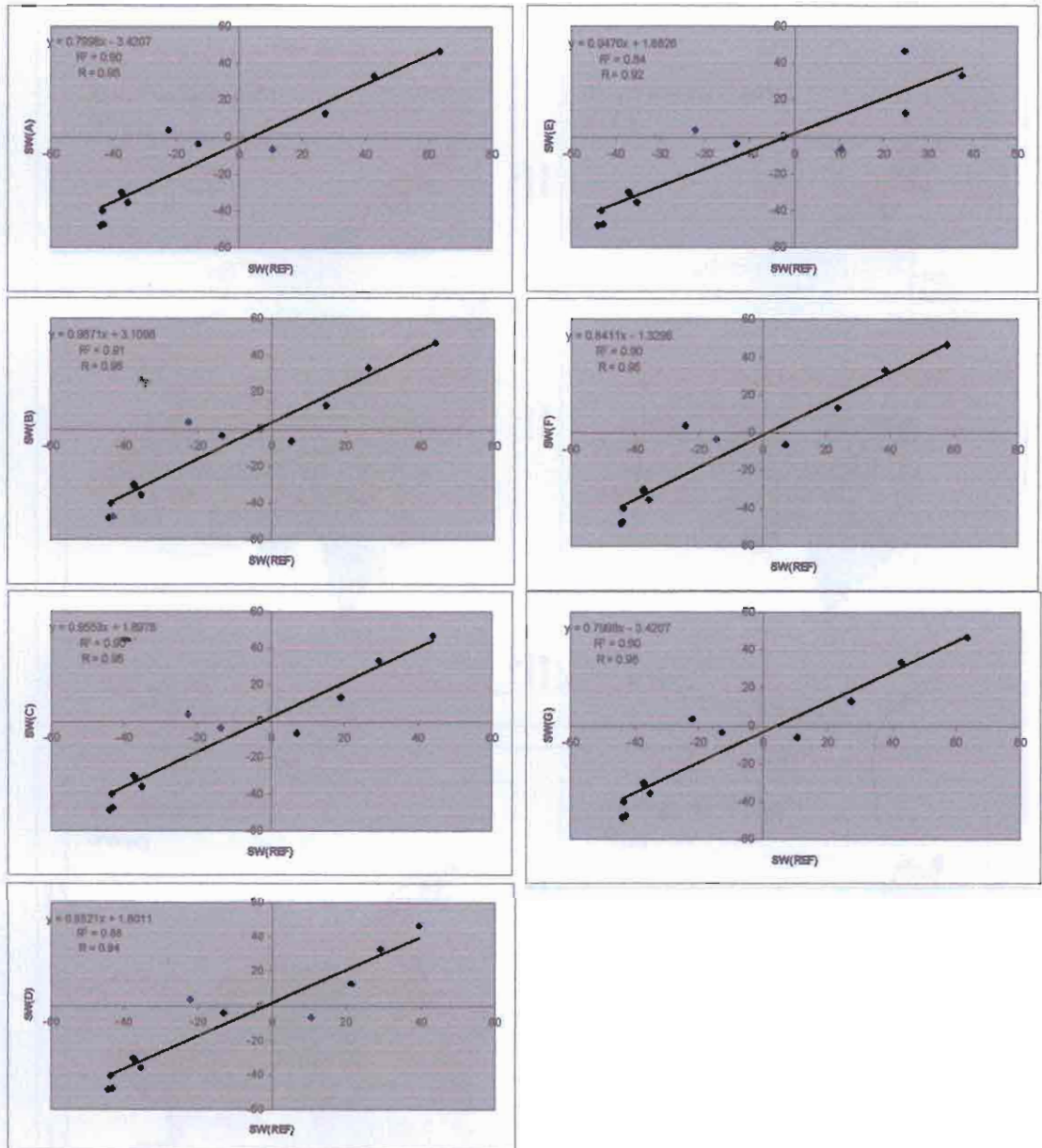
หมายเหตุ* : SUM = ผลรวมของปริมาณน้ำในดิน

% = ร้อยละของน้ำฝน

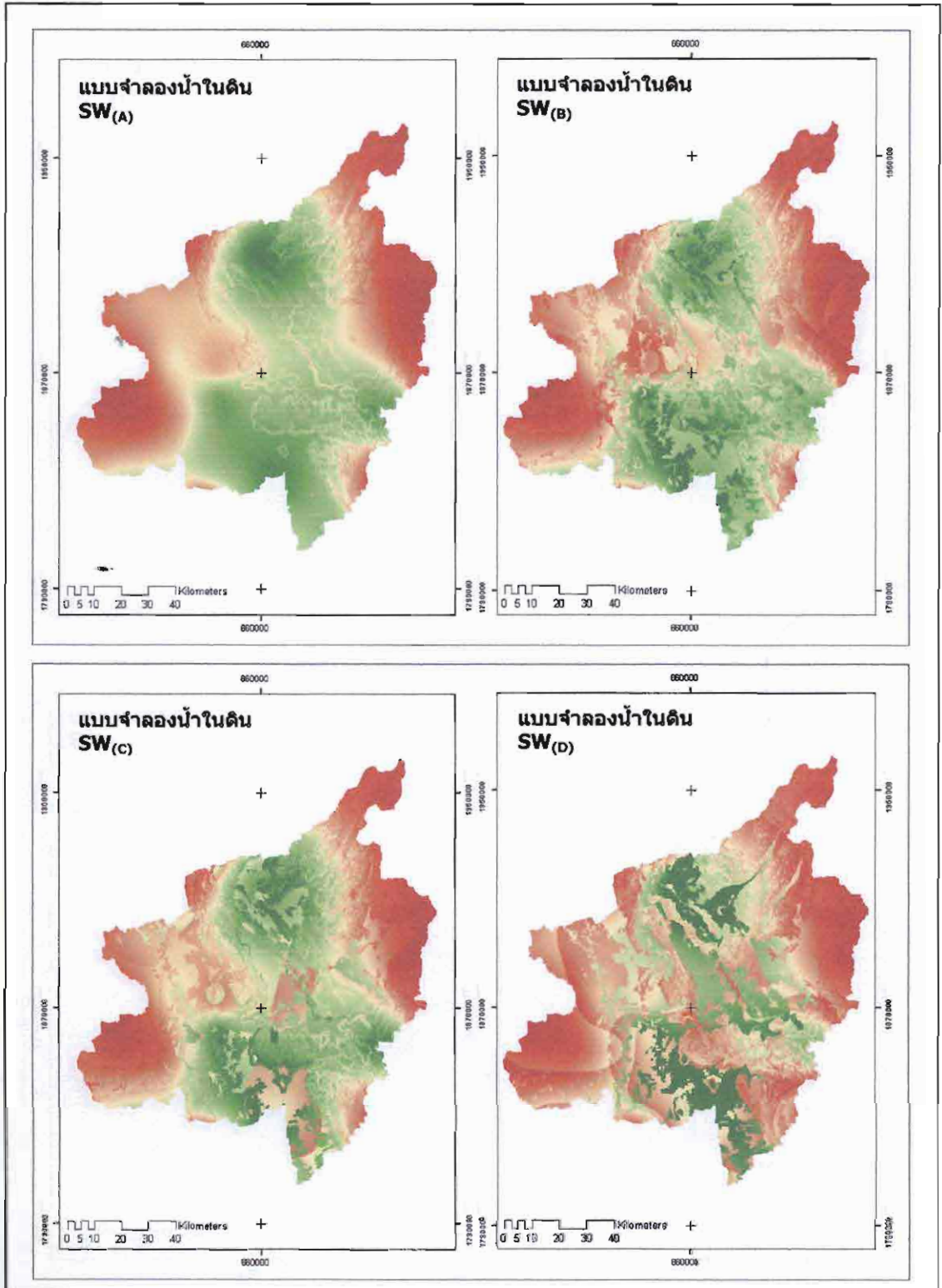
R = สหสัมพันธ์

SSE = sum squares error

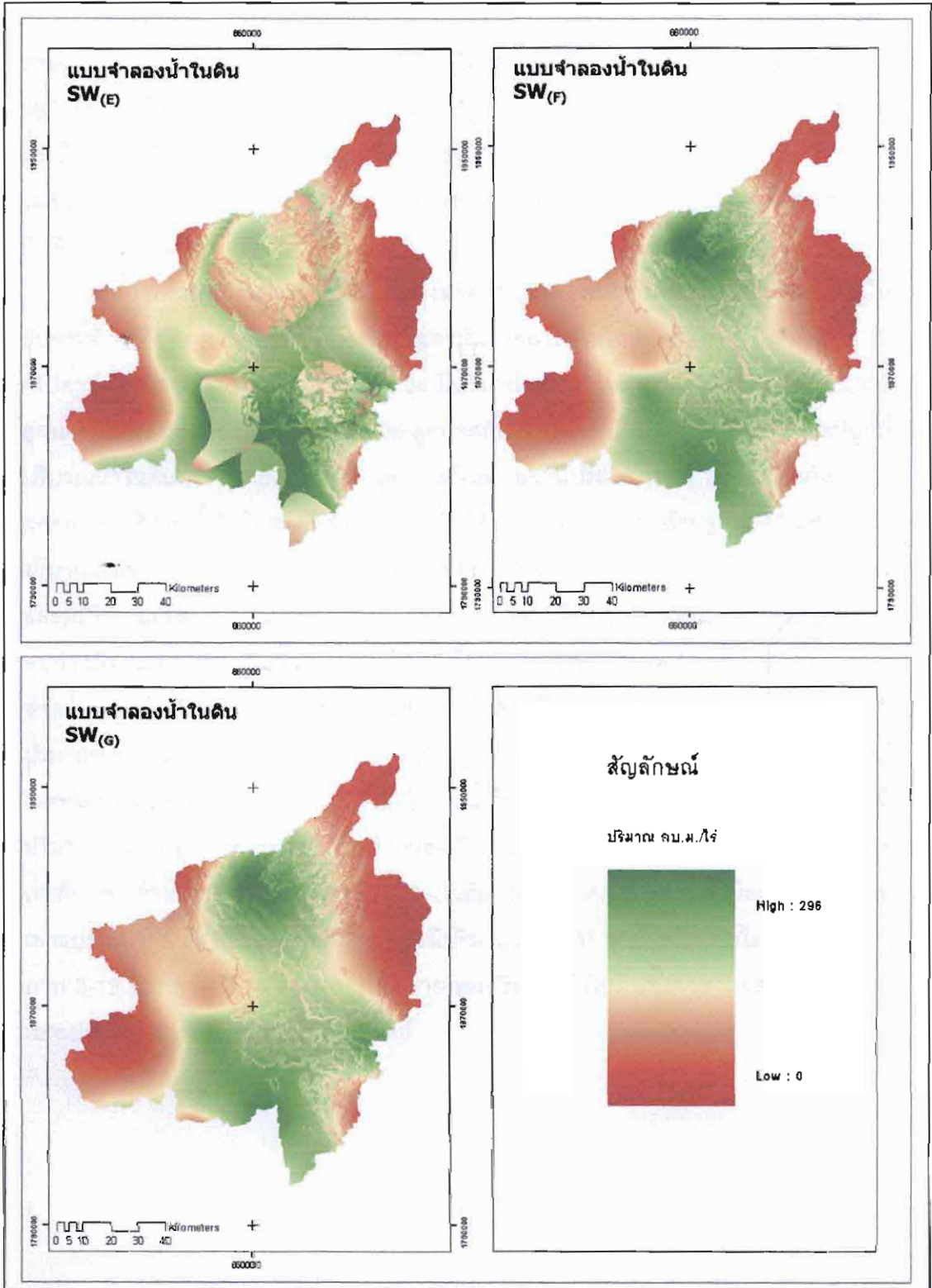
MSE = mean squares error



ภาพ 3-11 สมการถดถอยเส้นตรงระหว่างปริมาณน้ำในดินจากแบบจำลองต่าง ๆ
กับค่าอ้างอิงของกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพ 3-12 ปริมาณน้ำในดินก่อนการปรับแก้



ภาพ 3-12 (ต่อ)



ผลการศึกษาปริมาณของน้ำในดินที่ศึกษาด้วยแบบจำลอง $SW_{(B)}$ และ ปริมาณน้ำในดินอ้างอิง พบว่าผลรวมของปริมาณน้ำในดินที่ได้มีปริมาณใกล้เคียงกัน คือมีปริมาณเฉลี่ย 99.0 และ 98.7 ลูกบาศก์เมตร/ปี (คิดจากปริมาณน้ำในดินสัปดาห์แรกของเดือนระยะเวลา 1 ปี) ตามลำดับ และมีช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำในดินมากที่สุดในช่วงเวลาเดียวกันคือ สัปดาห์ที่ 36 คือมีปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 47 และ 44 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ตามลำดับ ปริมาณในดินปรากฏตั้งแต่เดือนมิถุนาคมถึงเดือนกันยายน

ผลการศึกษาปริมาณน้ำในดินของจังหวัดพิษณุโลก พบว่า ปริมาณน้ำในดินเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง 44 (ยกเว้นสัปดาห์ที่ 42) และจะเริ่มขาดน้ำในดินในสัปดาห์ที่ 45 ถึงสัปดาห์ที่ 17 (สัปดาห์ที่ 17 ของปีต่อมา) ซึ่งสัปดาห์ที่ 36 มีปริมาณของน้ำในดินมากที่สุด คือ 89,158,300 ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 13.39 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ แต่เมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกมีปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 43,869,100 ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 11 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ผลรวมของปริมาณน้ำในดินตลอดทั้งปีสำหรับพื้นที่ทั้งหมด เท่ากับ 645 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 97 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ แต่เมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 309 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 88 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ตาราง 3-14) ปริมาณน้ำในดินของจังหวัดอุดรดิตถ์ พบว่า ปริมาณน้ำในดินเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง 44 (ยกเว้นสัปดาห์ที่ 25 และ 42) และจะเริ่มขาดน้ำในดินในสัปดาห์ที่ 45 ถึงสัปดาห์ที่ 17 (สัปดาห์ที่ 17 ของปีต่อมา) ซึ่งสัปดาห์ที่ 35 มีปริมาณของน้ำในดินมากที่สุด คือ 56,315,000 ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 11 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ แต่เมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกมีปริมาณน้ำในดินเพียง 9,527,420 ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 4 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ผลรวมของปริมาณน้ำในดินตลอดทั้งปีสำหรับพื้นที่ทั้งหมด เท่ากับ 384 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 79 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ แต่เมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 81 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณเฉลี่ย 37 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ตาราง 3-15) ภาพ 3-13 และภาพ 3-14 แสดงการกระจายของปริมาณน้ำในดินทั้งจังหวัดและเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกของจังหวัดพิษณุโลกและอุดรดิตถ์



ตาราง 3-14 ปริมาณน้ำในดินของจังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ ที่	พื้นที่ทั้งหมด (6,659,500 ไร่)			พื้นที่เพาะปลูก (4,000,068 ไร่)		
	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
1-17	-	-	-	-	-	-
18	7	-	17,965	4	-	15
19	24	0	1,378,240	23	-	30,278
20	30	1	5,050,620	30	1	2,066,910
21	14	0	546,951	11	-	1,037
22	28	1	4,732,730	28	0	1,252,090
23	17	0	1,067,060	16	0	408,471
24	16	0	227,521	16	-	116,521
25	9	-	10,939	9	-	9,869
26	37	1	7,355,510	36	1	3,097,310
27	51	4	27,414,700	51	4	15,452,600
28	21	0	2,214,420	21	0	1,379,140
29	66	3	19,881,500	66	3	10,075,500
30	42	3	16,696,500	42	2	7,426,060
31	60	11	71,155,600	59	9	34,599,700
32	53	7	46,166,700	53	5	21,172,300
33	53	6	40,738,900	53	4	17,077,500
34	80	13	83,905,500	75	9	34,357,100
35	52	10	64,144,100	52	9	35,142,700
36	66	13	89,158,300	66	11	43,869,100
37	61	13	88,225,200	56	11	43,827,700
38	61	10	67,854,600	61	8	33,531,000



ตาราง 3-14 (ต่อ)

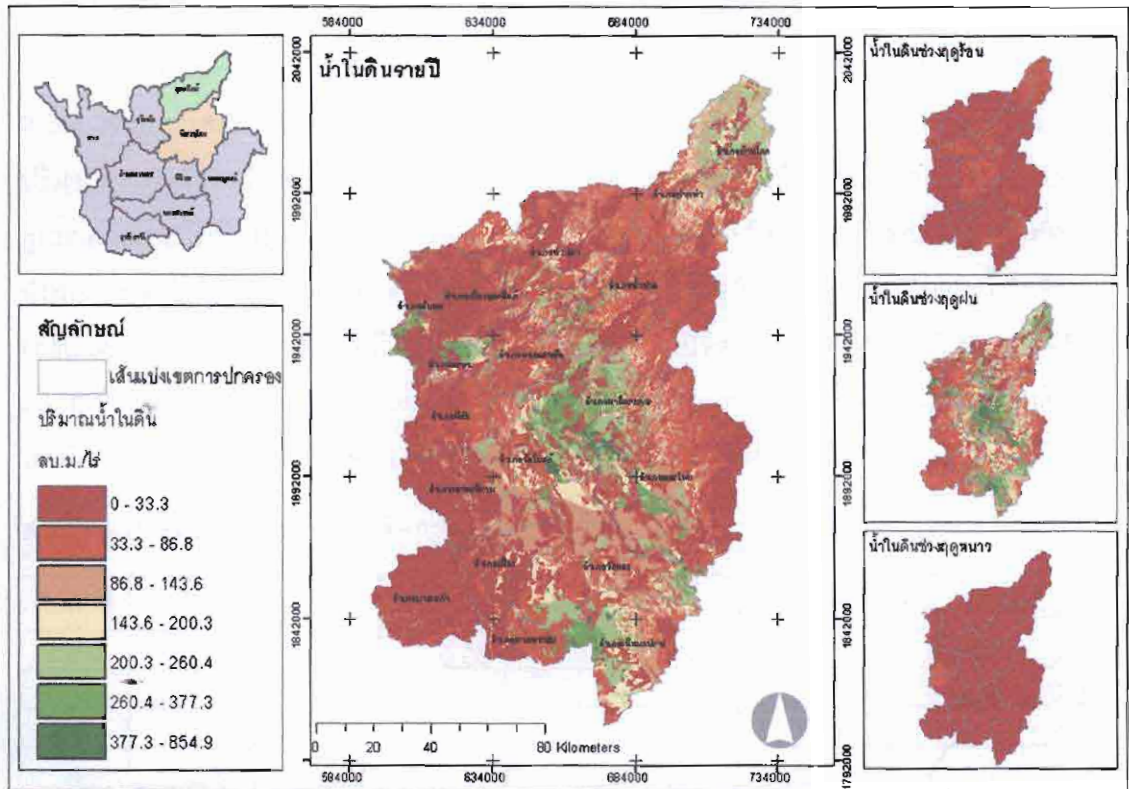
ลำดับ ที่	พื้นที่ทั้งหมด(6,659,500 ไร่)			พื้นที่เพาะปลูก (4,000,068 ไร่)		
	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
39	30	0	2,020,720	28	0	528,024
40	50	1	4,513,690	36	1	3,099,050
41	9	0	90,456	9	-	822
42	-	-	-	-	-	-
43	22	0	452,093	14	0	350,991
44	2	-	673	2	-	354
45	-	-	-	-	-	-
รวม		97	645,021,186		77	308,872,140

ตาราง 3-15 ปริมาณน้ำในดินของจังหวัดอุดรธานี

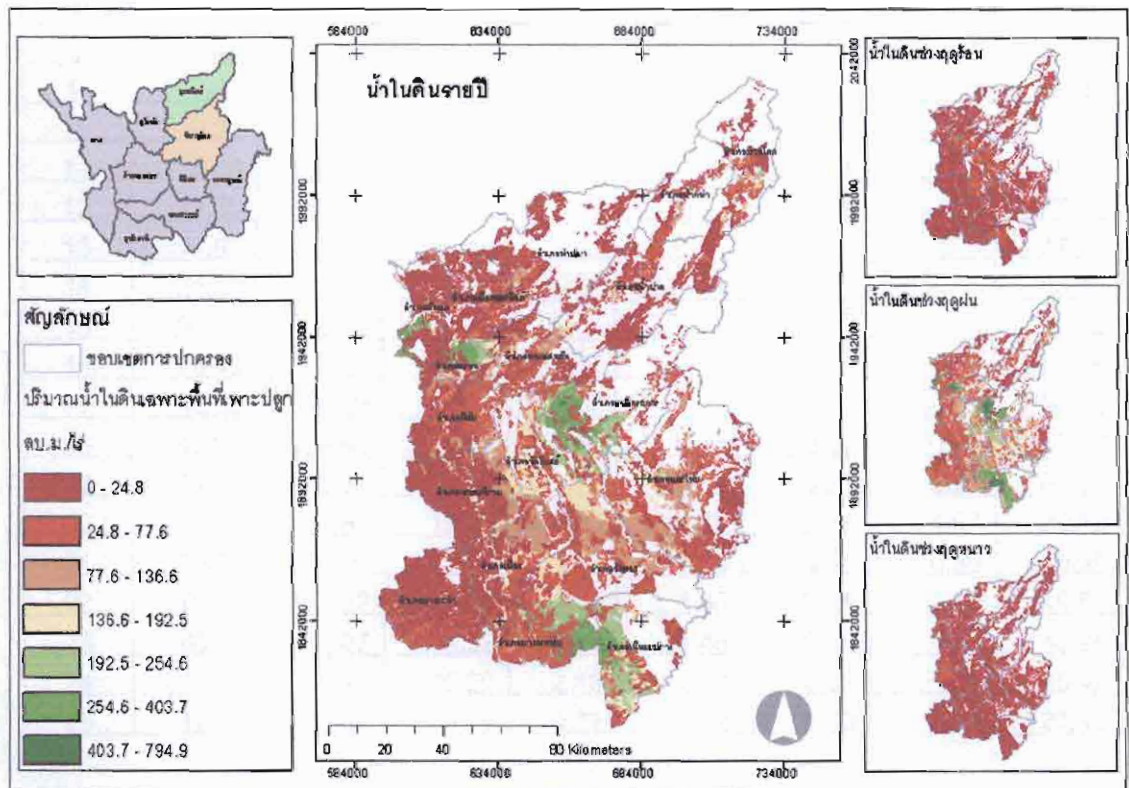
ลำดับ ที่	พื้นที่ทั้งหมด (4,872,975 ไร่)			พื้นที่เพาะปลูก (2,183,350 ไร่)		
	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
1-17	-	-	-	-	-	-
18	18	-	3,027	3	-	3
19	53	1	2,468,640	44	1	1,368,910
20	47	2	7,721,440	47	1	1,524,880
21	21	0	117,816	19	-	54,054
22	26	0	1,927,500	22	0	193,124
23	48	0	1,925,270	36	1	1,046,290
24	10	0	65,423	10	-	913
25	-	-	-	-	-	-
26	27	0	1,118,790	27	0	279,850
27	33	1	4,107,500	25	0	859,660
28	21	0	956,709	21	0	216,019

ตาราง 3-15 (ต่อ)

ลำดับ ที่	พื้นที่ทั้งหมด (4,872,975 ไร่)			พื้นที่เพาะปลูก (2,183,350 ไร่)		
	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**	สูงสุด*	เฉลี่ย*	รวม**
29	20	0	2,093,780	17	-	15,622
30	18	0	1,796,300	15	0	140,694
31	70	11	55,738,900	65	7	14,751,900
32	60	8	37,678,500	53	3	6,130,450
33	57	6	28,091,000	44	3	5,837,380
34	73	11	54,643,500	67	6	14,011,000
35	70	12	56,315,000	69	4	9,527,420
36	56	8	39,556,300	53	3	6,259,820
37	56	8	38,083,600	56	3	6,527,500
38	68	9	42,903,000	67	5	10,629,500
39	35	1	5,883,220	34	1	1,760,100
40	15	0	200,664	14	-	105,478
41	11	0	89,223	8	-	3,293
42	-	-	-	-	-	-
43	17	0	702,231	15	0	553,830
44	6	-	3,288	2	-	2,379
45 - 52	-	-	-	-	-	-
รวม		79	384,190,622		37	81,800,069



ภาพ 3-13 การกระจายตัวของน้ำในดิน



ภาพ 3-14 การกระจายตัวของน้ำในดินเฉพาะพื้นที่เพาะปลูก

ตาราง 3-16 (ต่อ)

สัปดาห์	P	E	R	I	D	SW	SW _{acm}	E _{actual}
26	61.40	48.26	11.99	5.92	4.81	1.11	2.44	43.49
27	74.58	45.55	20.43	12.40	8.28	4.12	6.56	41.75
28	51.85	45.66	7.54	4.07	3.73	0.33	6.49	40.65
29	74.30	48.18	19.53	10.22	7.22	2.99	9.46	44.58
30	72.69	47.66	17.89	10.30	7.78	2.51	11.95	44.52
31	96.04	41.63	33.11	22.00	11.30	10.70	22.65	40.94
32	92.67	46.52	30.89	16.67	9.74	6.93	29.56	45.13
33	72.05	40.33	17.31	16.08	9.95	6.12	35.63	38.72
34	119.14	45.18	51.64	23.60	10.99	12.61	48.23	43.91
35	93.91	42.35	31.69	20.60	10.96	9.64	57.85	41.63
36	110.74	41.69	44.59	25.07	11.67	13.39	71.15	41.09
37	108.69	41.49	42.67	25.11	11.86	13.25	84.27	40.91
38	100.59	42.62	36.68	21.89	11.69	10.20	94.31	42.02
39	59.56	47.04	11.58	3.67	3.37	0.30	92.91	46.01
40	58.87	42.51	11.78	6.51	5.83	0.68	92.78	41.37
41	33.21	46.53	3.59	0.64	0.63	0.01	80.55	41.22
42	26.21	44.03	1.42	-	-	-	68.51	36.84
43	33.70	41.51	3.69	0.66	0.59	0.07	61.68	36.24
44	23.13	41.57	2.27	0.24	0.24	0.00	49.89	32.42
45	9.32	44.57	0.32	-	-	-	33.88	25.02
46	8.95	44.01	0.18	-	-	-	22.13	20.52
47	3.62	43.20	0.09	-	-	-	13.01	12.66
48	4.48	39.89	0.08	-	-	-	7.34	10.07
49	6.01	43.17	0.12	-	-	-	3.50	9.73
50	0.39	41.04	0.01	-	-	-	1.13	2.76
51	1.49	43.51	0.01	-	-	-	0.37	2.24
52	6.76	40.27	0.12	-	-	-	0.13	6.87
รวม m ³	2,094.39	2,539.75	515.63	247.06	150.13	96.93	1,016.85	1,428.16
mm.	1308.99	1587.34	322.27	154.41	93.83	60.58	635.53	892.60
%	100.00	121.26	24.62	11.80	7.17	4.63	48.55	68.19

หมายเหตุ : P = ปริมาณน้ำฝน (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่) E = ปริมาณการระเหย (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่)

R = ปริมาณน้ำท่า (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่) I = ปริมาณการซึมทั้งหมด (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่)

D = ปริมาณการซึมลึก (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่) SW = ปริมาณน้ำในดิน (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่)

SW_{acm} = ปริมาณน้ำในดินสะสม (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่)

E_{actual} = ปริมาณการระเหยจริง (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่) % = ร้อยละของปริมาณน้ำฝน



3.4.6 แบบจำลองสมดุลน้ำ

การศึกษาสมดุลน้ำในจังหวัดพิษณุโลก 52 สัปดาห์ พบว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,094.39 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ปริมาณการระเหยจากผิวดินเฉลี่ย 2,539.75 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ปริมาณการระเหยจริงเฉลี่ย เท่ากับ 1,428.16 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 515.63 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ปริมาณการซึมทั้งหมดเฉลี่ย 247.06 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งปริมาณการซึมทั้งหมดนี้กลายเป็นปริมาณน้ำซึมลึกเฉลี่ย 150.13 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี และเป็นปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 96.93 ลูกบาศก์เมตร /ไร่/ปี จากปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีที่ตกลงมาในจังหวัดพิษณุโลก ได้กลายเป็นส่วนของปริมาณการระเหยจริง ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำซึมลึก และปริมาณน้ำในดิน เท่ากับ 68.19, 24.62, 7.17, และ 4.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 3-16)

ตาราง 3-16 สมดุลน้ำของจังหวัดพิษณุโลก

สัปดาห์	P	E	R	I	D	SW	SW _{acm}	E _{actual}
1	2.24	39.51	0.03	-	-	-	0.05	2.30
2	2.88	39.94	0.05	-	-	-	0.00	2.87
3	0.30	40.71	0.00	-	-	-	0.00	0.30
4	2.85	42.79	0.04	-	-	-	-	2.80
5	1.16	44.65	0.02	-	-	-	-	1.14
6	4.24	45.52	0.06	-	-	-	-	4.18
7	5.90	49.31	0.10	-	-	-	-	5.80
8	5.45	51.43	0.08	-	-	-	-	5.37
9	7.37	51.60	0.13	-	-	-	-	7.24
10	9.39	54.40	0.15	-	-	-	-	9.24
11	9.06	56.19	0.17	-	-	-	-	8.90
12	17.95	58.54	0.49	-	-	-	-	17.46
13	17.91	61.15	0.44	-	-	-	-	17.47
14	21.42	64.82	0.96	-	-	-	-	20.46
15	21.64	62.71	1.44	-	-	-	-	20.12
16	29.49	66.64	2.04	-	-	-	-	27.45
17	40.06	68.28	4.01	-	-	-	-	36.05
18	43.36	65.60	5.45	0.15	0.14	0.00	0.00	37.76
19	71.16	60.35	17.57	2.73	2.52	0.21	0.21	50.87
20	74.73	56.84	19.38	5.23	4.47	0.76	0.97	50.12
21	59.34	56.90	12.18	1.36	1.28	0.08	0.89	45.96
22	75.61	57.12	20.22	5.51	4.80	0.71	1.59	49.89
23	66.37	54.87	14.52	3.62	3.46	0.16	1.73	48.26
24	57.73	56.11	10.20	2.13	2.10	0.03	1.74	45.42
25	42.44	53.80	4.70	0.72	0.72	0.00	1.33	37.42



การศึกษาสมดุลน้ำในจังหวัดอุดรดิตถ์ พบว่า มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,925.15 ลูกบาศก์เมตร /ไร่/ปี ปริมาณการระเหยจากผิวดินเฉลี่ย 2,363.29 ลูกบาศก์เมตร /ไร่/ปี ซึ่งปริมาณการระเหยจริงเฉลี่ย เท่ากับ 1,302.06 ลูกบาศก์เมตร /ไร่/ปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 537.10 ลูกบาศก์เมตร /ไร่/ปี ปริมาณการซึมทั้งหมดเฉลี่ย 196.50 ลูกบาศก์เมตร /ไร่/ปี ซึ่งในปริมาณน้ำซึมทั้งหมดนี้กลายเป็นปริมาณน้ำซึมลึกเฉลี่ย 117.66 ลูกบาศก์เมตร /ไร่/ปี และเป็นปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 78.84 ลูกบาศก์เมตร /ไร่/ปี จากปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีที่ตกลงมาในจังหวัดอุดรดิตถ์ ได้กลายเป็นส่วนของปริมาณการระเหยจริง ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำซึมลึก และปริมาณน้ำในดิน เท่ากับ 67.63, 27.90, 6.11 และ 4.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 3-17)

ตาราง 3-17 สมดุลน้ำของจังหวัดอุดรดิตถ์

ลำดับ	P	E	R	I	D	SW	SW _{acm}	E _{actual}
1	1.61	34.43	0.11	-	-	-	0.06	1.59
2	2.40	35.65	0.15	-	-	-	0.02	2.29
3	0.30	36.43	0.01	-	-	-	0.00	0.31
4	1.47	37.30	0.07	-	-	-	-	1.41
5	0.52	40.16	0.03	-	-	-	-	0.49
6	0.34	41.01	0.01	-	-	-	-	0.33
7	5.13	43.87	0.33	-	-	-	-	4.81
8	5.42	46.39	0.27	-	-	-	-	5.14
9	9.39	46.51	0.71	-	-	-	-	8.70
10	18.76	49.83	1.70	-	-	-	-	17.06
11	7.28	52.40	0.38	-	-	-	-	6.89
12	12.02	53.43	0.77	-	-	-	-	11.25
13	26.61	52.94	2.56	-	-	-	-	24.05
14	17.74	56.75	1.72	-	-	-	-	16.03
15	21.46	57.99	2.10	-	-	-	-	19.36
16	26.19	63.26	2.38	-	-	-	-	23.80
17	39.06	64.68	5.88	0.00	0.00	-	-	33.17
18	45.99	63.24	8.69	0.09	0.09	0.00	0.00	37.22
19	75.26	56.97	24.55	3.74	3.23	0.51	0.51	47.04
20	80.71	54.32	26.84	6.78	5.20	1.58	2.09	47.10
21	56.02	53.38	13.06	1.01	0.98	0.02	1.94	42.14
22	68.38	53.26	19.76	4.10	3.70	0.40	2.30	44.57
23	68.25	53.76	19.62	3.58	3.18	0.40	2.70	48.83
24	54.07	52.93	12.02	1.09	1.08	0.01	2.35	41.31
25	30.19	51.23	3.80	-	-	-	0.42	28.32
26	50.29	45.35	10.63	2.89	2.66	0.23	0.64	36.78
27	51.83	44.54	11.39	3.95	3.11	0.84	1.49	36.48

ตาราง 3-17 (ต่อ)

สัปดาห์	P	E	R	I	D	SW	SW _{acm}	E _{actual}
28	46.26	42.39	8.85	2.33	2.13	0.20	1.18	35.61
29	55.30	43.95	12.33	4.40	3.97	0.43	1.61	38.55
30	50.84	42.97	11.33	4.11	3.74	0.37	1.71	35.69
31	95.36	38.95	37.72	21.72	10.29	11.44	13.14	35.99
32	82.30	41.73	29.15	16.25	8.52	7.73	20.66	37.17
33	75.55	39.11	24.71	14.76	8.99	5.76	26.39	36.15
34	114.23	43.65	53.19	21.19	9.98	11.21	37.60	40.02
35	108.26	42.70	48.54	21.18	9.62	11.56	49.07	38.80
36	91.98	43.67	35.31	17.26	9.14	8.12	57.09	39.57
37	88.51	42.25	31.96	17.52	9.71	7.82	64.89	39.04
38	92.46	42.75	35.33	18.34	9.54	8.80	73.62	38.89
39	61.16	43.72	15.61	6.57	5.36	1.21	74.33	39.48
40	44.00	43.11	7.44	1.67	1.63	0.04	71.57	37.68
41	28.93	44.12	4.06	0.37	0.35	0.02	61.79	34.30
42	21.94	41.55	1.90	-	-	-	50.43	31.41
43	34.16	39.63	5.69	1.41	1.27	0.14	45.91	31.74
44	18.53	39.55	2.05	0.19	0.18	0.00	36.30	25.92
45	8.64	41.55	0.61	-	-	-	24.38	19.95
46	8.85	39.33	0.47	-	-	-	16.04	16.73
47	5.35	38.68	0.41	-	-	-	9.70	11.28
48	3.39	36.06	0.18	-	-	-	5.32	7.60
49	1.69	38.58	0.05	-	-	-	2.44	4.51
50	0.07	36.35	0.01	-	-	-	0.78	1.73
51	1.22	38.86	0.01	-	-	-	0.25	1.74
52	9.45	36.11	0.65	-	-	-	0.14	35.99
รวม m ³	1,925.15	2,363.29	537.10	196.50	117.66	78.84	760.83	1,302.06
mm.	1,203.22	1,477.06	335.69	122.81	73.54	49.28	475.52	813.78
%	100.00	122.76	27.90	10.21	6.11	4.10	39.52	67.63

หมายเหตุ : P = ปริมาณน้ำฝน (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่) E = ปริมาณการระเหย (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่)

R = ปริมาณน้ำท่า (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่) I = ปริมาณการซึมทั้งหมด (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่)

D = ปริมาณการซึมลึก (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่) SW = ปริมาณน้ำในดิน (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่)

SW_{acm} = ปริมาณน้ำในดินสะสม (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่)

E_{actual} = ปริมาณการระเหยจริง (เฉลี่ย ลบ.ม./ไร่) % = ร้อยละของปริมาณน้ำฝน

บทที่ 4

แบบจำลองความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูก

4.1 บทนำ

4.1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โดยปกติแล้วอัตราการเติบโตของพืชผันแปรโดยตรงกับปริมาณน้ำที่พืชดูดไปใช้ได้ในแต่ละช่วงเวลาการเจริญเติบโต หากพืชดูดน้ำจากดินและคายน้ำมากพืชจะเติบโตได้ดี ในสภาวะที่มีปริมาณของน้ำที่พืชต้องการน้อยส่งผลให้เกิดสภาวะการขาดน้ำของพืชอันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชลดลง (ยงยุทธ โอสดสภา, 2541) ผลของสภาวะขาดน้ำของพืชดังกล่าวส่งผลให้พืชเหี่ยวเฉาไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควร และอาจตายไปในที่สุด สภาพปัญหาดังกล่าวสามารถพบได้เกือบทุกจังหวัด จังหวัดอุดรธานีและจังหวัดพิษณุโลกมีปัญหการขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูก ในช่วงฤดูแล้งคือประมาณเดือนธันวาคมถึง เมษายน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2538) สาเหตุของปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เพาะปลูก โดยเฉพาะแบบอาศัยน้ำฝนเพื่อการเกษตร คือการที่ปริมาณของฝนที่ตกมาปริมาณน้อย และ/หรือการเลือกชนิดพืชปลูกที่ไม่สอดคล้องกับปริมาณของน้ำในดิน จากสภาพปัญหาที่เกิดจากปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำในดินไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ทางภาครัฐ โดยมีกรมชลประทานเป็นหน่วยงานหลัก ได้ดำเนินการในการพัฒนาพื้นที่เกษตรเขตชลประทาน อย่างไรก็ตาม โดยภาพรวมแล้วพื้นที่เพาะปลูกในประเทศไทยก็ยังเป็นแบบอาศัยน้ำฝน ดังนั้นสภาพการเพาะปลูกพืชของประเทศส่วนใหญ่จึงมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ หรือประสบปัญหาภัยแล้งทางการเกษตร

โดยทั่วไปวัตถุประสงค์หลักของการให้น้ำแก่พื้นที่เพาะปลูกพืชคือ การให้น้ำทันเวลาและมีปริมาณพอเหมาะกับที่พืชต้องการ โดยปริมาณที่ให้แต่ละครั้งจะต้องไม่น้อยจนเกินไป จนกระทั่งพืชต้องขาดน้ำก่อนที่จะถึงกำหนดให้น้ำครั้งต่อไป หรือมากเกินไปจนกระทั่งดินในเขตรากไม่สามารถเก็บไว้ได้หมด และทำให้มีการสูญเสียน้ำโดยการซึมเลยเขตราก ยกเว้นว่าส่วนที่เกินจากที่ดินจะเก็บไว้ได้นั้นเพื่อประโยชน์อย่างอื่นด้วย เช่น เพื่อการชะล้างเกลือออกจากดิน และเพื่อควบคุมอุณหภูมิของบรรยากาศรอบ ๆ ต้นพืช เป็นต้น การให้น้ำแก่พืชมากจนเกินไปนั้น นอกจากจะสูญเสียน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์แล้ว ยังจะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง อาจก่อให้เกิดปัญหาการระบายน้ำ ซึ่งแก้ไขได้ยาก และอาจทำให้คุณภาพของพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตลดลงด้วย



ในการจำลองความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชในการศึกษานี้ ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) การสร้างแบบจำลองปริมาณน้ำในดินสะสมที่เกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์ตลอดปี โดยใช้แบบจำลองสมมูลน้ำ แล้วนำผลการประมาณปริมาณน้ำในดินสะสมไปกำหนดพื้นที่และช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืช 4 ประเภท คือ ข้าว ข้าวไร่ พืชไร่ และพืชผัก ผลการศึกษาที่ได้ในส่วนนี้จึงเป็นเครื่องมือสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเพาะปลูกพืชทุกๆ พื้นที่ขนาด 1 ไร่ ของพื้นที่เกษตรแบบอาศัยน้ำฝน และ (2) การสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานของพื้นที่โครงการชลประทาน โดยเลือกพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลมาเป็นต้นแบบของพื้นที่ศึกษา

4.1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) สร้างแบบจำลองปริมาณน้ำในดินสะสมรายสัปดาห์ ของพื้นที่เกษตรแบบอาศัยน้ำฝน
- (2) กำหนดพื้นที่และช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชในพื้นที่เกษตรแบบอาศัยน้ำฝน โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำในดินและความเหมาะสมของดิน
- (3) ประเมินอุปสงค์ของน้ำชลประทานในสภาพจริงในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล สำนักชลประทานที่ 3
- (4) สร้างแบบจำลองสำหรับประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน และอุปสงค์น้ำชลประทาน
- (5) เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์น้ำชลประทานในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล สำนักชลประทานที่ 3

4.1.3 ประโยชน์ของการวิจัย

- (1) ทราบพื้นที่ที่มีน้ำในดินเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช
- (2) เป็นข้อมูลสนับสนุนการจัดทำปฏิทินการปลูกพืช สำหรับพื้นที่เพาะปลูกขนาด 1 ไร่
- (3) เป็นข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงของความแห้งแล้งในพื้นที่เพาะปลูกที่อาศัยน้ำฝน
- (4) ได้แบบจำลองในการประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน และอุปสงค์น้ำชลประทาน
- (5) ทราบปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์น้ำชลประทานในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล สำนักชลประทานที่ 3
- (6) เป็นข้อมูลสำหรับพิจารณาการให้น้ำและ/หรือจัดน้ำให้แก่พืช



4.1.4 ขอบเขตของการวิจัย

(1) พื้นที่การเกษตร หมายถึงพื้นที่เพาะปลูกพืช โดยแบ่งพืชออกเป็น 4 ประเภทหลัก ๆ คือ พืชผัก พืชไร่ ข้าวไร่ และข้าวนาลุ่ม

(2) โครงการชลประทาน หมายถึง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาหลายชุมพล สำนักชลประทาน ที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก

4.1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

(1) ปริมาณน้ำในดินสะสม หมายถึง ผลรวมของน้ำฝนที่ดินสามารถกักเก็บไว้ในช่องว่างของดินในสัปดาห์ปัจจุบันรวมกับน้ำฝนที่ดินสามารถกักเก็บไว้ในสัปดาห์ก่อนหน้านี้

(2) ประสิทธิภาพการชลประทาน หมายถึง ร้อยละของความสามารถของระบบชลประทานในการส่งน้ำและบำรุงรักษาตั้งแต่จากแหล่งเก็บน้ำจนถึงแปลงเพาะปลูกในระดับโครงการ

(3) ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน หมายถึง จำนวนผลผลิตต่อปริมาณน้ำชลประทาน ที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชใน 1 ช่วงฤดูกาลเพาะปลูกในช่วงของการส่งน้ำชลประทาน

(4) อุปสงค์น้ำชลประทาน หมายถึง อุปสงค์น้ำชลประทานที่เกิดกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้แก่ ขนาดของพื้นที่รับน้ำ ความยาวของคลอง ประเภทของพื้นที่รับน้ำตามประเภทพื้นที่การชลประทาน สถานะของเกษตรกร ระดับการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ อัตราการใช้น้ำและสารเคมี ความต้องการน้ำของพืช

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.2.1 การส่งน้ำชลประทาน

การส่งน้ำชลประทาน หมายถึง การเปิดน้ำจากแหล่งน้ำเข้าสู่ระบบส่งน้ำเพื่อให้ไหลไปยังพื้นที่เพาะปลูกที่ต้องการให้น้ำ โดยปริมาณที่ส่งนั้นพอเหมาะกับความต้องการของพืช ขนาดของพื้นที่เพาะปลูกและตรงกับเวลาที่ต้องการให้น้ำ ในโครงการชลประทานทั่ว ๆ ไป น้ำที่นำมาให้แก่พืชอาจจะได้มาจากแม่น้ำลำธารหรืออ่างเก็บน้ำ แหล่งน้ำเหล่านี้มักจะอยู่ห่างจากพื้นที่เพาะปลูกไม่มากนักจนถึงอยู่ไกลออกไปเป็นระยะทางกว่า 100 กิโลเมตร ดังนั้นเพื่อให้พื้นที่เพาะปลูกทุกแปลงได้รับน้ำที่มีกฎเกณฑ์แน่นอนเพื่อให้พื้นที่ที่ส่งไปนั้นช่วยเพิ่มผลผลิตได้ตามวัตถุประสงค์ ระบบส่งน้ำที่ใช้กันอาจแบ่งแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ (ดิเรก ทองอร่าม . 2529: 17-18)

(1) ระบบคลองส่งน้ำ

ระบบส่งน้ำที่เป็นคลองก็คือทางน้ำเปิดที่ขุดขึ้น หรือถมขึ้นบนพื้นดินเพื่อให้ น้ำจากแหล่งน้ำไหลไปถึงพื้นที่เพาะปลูกโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก คลองของระบบส่งน้ำมีขนาดลดหลั่นกัน และแผ่กระจายคลุมทั่วพื้นที่เพาะปลูกในเขตส่งน้ำ คลองส่งน้ำอาจแบ่งแยกตามขนาดและลักษณะหน้าที่ได้ คลองส่งน้ำสายใหญ่ (Main Canal) คลองซอย (Lateral) คลองแยกซอย (Sub-lateral) และคูส่งน้ำ (Farm Ditch)

(1.1) คลองส่งน้ำสายใหญ่ (Main Canal) หมายถึง คลองที่ขุดขึ้นเพื่อรับน้ำโดยตรงจากแหล่งน้ำไปให้พื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดหรือพื้นที่ส่วนใหญ่ของโครงการ โดยทั่วไปโครงการชลประทาน ที่สร้างขึ้นจะสามารถส่งน้ำให้แก่พื้นที่ทั้งสองฝั่งของลำธารธรรมชาติ ดังนั้นปกติแล้วจะมีคลองส่งน้ำ สายใหญ่สองสาย คือคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย และคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายและอยู่ทางซ้ายมือ เมื่อมองตามกระแสน้ำจะส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกในเขตทางฝั่งซ้ายทั้งหมด และคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา จะส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกทางฝั่งขวาทั้งหมด โดยทั่วไปแล้วไม่นิยมจ่ายน้ำจากคลองสายใหญ่พื้นที่เพาะปลูกโดยตรง ยกเว้นแต่ว่าเป็นโครงการชลประทานขนาดเล็ก ซึ่งมีแต่คลองส่งน้ำสายใหญ่อย่างเดียว เช่น พื้นที่เพาะปลูกไม่สามารถรับน้ำจากคลองสายอื่นได้

(1.2) คลองซอย (Lateral) เป็นคลองที่ขุดแยกออกจากคลองสายใหญ่ เพื่อรับน้ำไปจ่ายในพื้นที่เพาะปลูกซึ่งคลองซอยสายนั้นควบคุมอยู่ แนวคลองซอยจะวางอยู่บนที่สูงเพื่อให้ น้ำไหลไปสู่พื้นที่เพาะปลูกโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลกได้ การจ่ายน้ำจากคลองซอยไปสู่พื้นที่เพาะปลูกอาจทำได้โดยการส่งผ่านท่อส่งน้ำเข้านา ให้น้ำไหลท่วมไปบนแปลงนาโดยตรง หรือผ่านท่อส่งน้ำเข้านาแล้วไปเข้าคูส่งน้ำก็ได้ ท่อส่งน้ำเข้านาจะฝังอยู่ตลอดแนวคลองซอยทุกระยะประมาณ 200 ถึง 400 เมตร

คลองส่งน้ำสายใหญ่สายหนึ่งอาจมีคลองซอยได้หลากหลายและอาจจะแยกออกจากคลองสายใหญ่ทางฝั่งเดียวหรือสองฝั่งก็ได้แล้วแต่ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่การเรียกชื่อคลองซอยให้ถึงตามลำดับก่อนหลังที่คลองซอยนั้นแยกออกจากฝั่งเดียวกันของคลองสายใหญ่ เช่น คลองซอย 1 ข คือ คลองซอยสายแรกที่แยกออกทางฝั่งขวา (ข ขวา) ของคลองสายใหญ่ คลองซอย 5 ข คือคลองซอยสายที่ 5 ที่แยกออกทางฝั่งซ้ายของคลองสายใหญ่ เป็นต้น

(1.3) คลองแยกซอย (Sub-lateral) เป็นคลองขนาดเล็กที่ขุดแยกออกจากคลองซอยอีกทีหนึ่ง เพื่อรับน้ำจากคลองซอยออกไปแจกจ่ายให้แก่พื้นที่เพาะปลูกให้ทั่วถึงยิ่งขึ้น ถ้าไม่มีคลองแยกซอยแล้วพื้นที่ที่อยู่ห่างจากคลองซอยออกไปจะไม่ได้รับน้ำ หรืออาจจะต้องใช้คูส่งน้ำผ่านท่อส่งน้ำเข้านาไปเข้าพื้นที่เพาะปลูกโดยตรง หรือผ่านท่อแล้วไปเข้าคูส่งน้ำก็ได้ อย่างไรก็ตาม



การส่งน้ำเข้าพื้นที่เพาะปลูกโดยทั่วไปโดยไม่ผ่านคูส่งน้ำนั้นใช้ได้เฉพาะกับนาเท่านั้น ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชไร่เพาะไม่สามารควบคุมการไหลของน้ำได้

(1.4) คูส่งน้ำ (Farm Ditch) เป็นทางน้ำเปิดขนาดเล็กที่ขุดขึ้น เพื่อรับน้ำจากท่อส่งน้ำ เข้านาไปให้พื้นที่เพาะปลูกที่อยู่ห่างท่อออกไป คูส่งน้ำจะช่วยให้สามารถควบคุมน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กล่าวคือถ้าไม่มีคูส่งน้ำก็ต้องส่งน้ำผ่านแปลงนาที่อยู่ใกล้ท่อส่งน้ำออกไปหาแปลงที่อยู่ไกลออกไป ทำให้เกิดปัญหาเมื่อแปลงนาเหล่านี้ไถปุ๋ย และไม่ต้องการน้ำ แต่แปลงอื่น ๆ ยังต้องการน้ำอยู่

เพื่อการควบคุมบังคับน้ำในระบบส่งน้ำได้ตามต้องการ ในระบบส่งน้ำทุกระดับจำเป็นต้องมีอาคารบังคับน้ำ เช่น ปากคลองสายใหญ่ คลองซอย และคลองแยกซอย จะต้องมีการระบายปากคลอง (Head Regulator) เพื่อควบคุมปริมาณน้ำในระบบส่งเข้าคลองและอาจมีอาคารวัดน้ำสำหรับตรวจสอบอัตราการส่งน้ำ ที่ปลายคลองต้องมีประตูลอยปลายคลอง (Tail Regulator) เพื่อระบายน้ำที่เกินความต้องการทิ้งไป ในช่วงจากปากคลองถึงปลายคลองอาจมีอาคารทดน้ำกลางคลอง (Check) เพื่อทดน้ำให้เข้าคลองซอย คลองแยกซอย หรือเข้าท่อส่งน้ำเข้านา เป็นต้น นอกจากนั้นยังอาจมีอาคารน้ำตก (Drop) เมื่อจำเป็นต้องลดระดับคลองลงมาก ๆ มีสะพานน้ำ (Flume) หรือท่อไซฟอน (Siphon) เมื่อคลองตัดผ่านทางน้ำธรรมชาติ เป็นต้น อาคารต่าง ๆ เหล่านี้จำเป็นต้องสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถควบคุมการส่งน้ำให้ไปถึงพื้นที่เพาะปลูกได้ตามต้องการ

(2) วิธีการส่งน้ำ

การที่จะพิจารณาเลือกใช้วิธีการส่งน้ำวิธีใดวิธีหนึ่งนั้น จึงจำเป็นต้องพิจารณากำหนดไว้ในชั้นวางโครงการเพื่อจะได้ออกแบบระบบส่งน้ำได้ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะว่าระบบที่ใช้ส่งน้ำแต่ละประเภทจะมีขนาดไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อก่อสร้างระบบส่งน้ำไปแล้วจะมาเปลี่ยนวิธีการส่งน้ำย่อมยุ่งยากและไม่มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งอาจมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนวิธีการส่งน้ำเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในสนาม เช่น เมื่อมีการขาดแคลนน้ำอาจจำเป็นต้องเปลี่ยนจากส่งน้ำตลอดเวลาเป็นแบบหมุนเวียน เป็นต้น การส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูก อาจทำได้หลายวิธี แต่โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ (เมธา ไร่รุ่งอรุณ. 2527 : 83)

(2.1) การส่งน้ำตลอดเวลา การส่งน้ำตลอดเวลาหมายถึงการส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกทั่วทุกแปลงด้วยอัตราคงที่ตลอด 24 ชั่วโมง ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ทั้งนี้จะหยุดส่งน้ำก็เฉพาะแต่ในช่วงที่มีฝนตกและหลังฝนตกในปริมาณที่มากพอเท่านั้น การออกแบบขนาดระบบซึ่งส่งน้ำโดยวิธีนี้จะทำโดยหาความต้องการน้ำทั้งหมดตลอดฤดูเพาะปลูก (Gross Water Requirement) แล้วหารด้วยอายุของพืชที่ปลูก ดังนั้นอัตราการส่งน้ำที่ส่งแบบตลอดเวลาจึงมีค่า



เท่ากับค่าความต้องการน้ำเฉลี่ยตลอดฤดู จะเห็นได้ชัดว่าในช่วงแรกซึ่งพืชยังต้องการน้ำน้อยจะมีน้ำใช้อย่างเหลือเฟือ แต่เมื่อพืชโตเต็มที่และมีการใช้น้ำมาก อัตราการส่งน้ำที่ได้รับจะไม่พอกับความ ต้องการ ยิ่งไปกว่านั้นในช่วงที่ขาดน้ำนี้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงวิกฤติ (Critical Period) ในความต้องการน้ำของพืชด้วย ดังนั้นผลผลิตอาจจะกระทบกระเทือนได้มาก

การส่งน้ำแบบนี้ให้แก่ข้าวจะมีปัญหาน้อยกว่าพื้นที่ที่ปลูกพืชไร่ เพราะโดยปกติชาวนามักจะปลูกข้าวตามกำหนดเวลาที่เคยทำกันมาตั้งแต่โบราณ คือในช่วงที่มีการใช้น้ำมากอยู่ในเดือนที่ฝนตกชุก นอกจากนั้นแล้วนาส่วนใหญ่สามารถเก็บน้ำไว้ใช้ได้หลายวัน เพราะฉะนั้นจุดอ่อนของการส่งน้ำแบบนี้จึงมองไม่เห็นชัดเหมือนการส่งน้ำให้แก่พืชในฤดูแล้ง สำหรับพืชไร่ นั้นมิได้ให้น้ำตลอดเวลาเหมือนกับข้าว ในตอนกลางคืนน้ำที่ส่งจึงต้องปล่อยทิ้งไป หรือมิฉะนั้นต้องทำสระเก็บน้ำในไร่นาเก็บน้ำไว้ในช่วงที่มีน้ำได้ให้น้ำ หรือมีน้ำมากเกินไป แล้วรวบรวมไว้ในตอนกลางวันตามเวลาและปริมาณที่ต้องการ

(2.2) การส่งน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำ (Demand Method) เป็นการส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกตามเวลาและปริมาณที่ผู้ใช้น้ำ วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดในแง่ของผู้ใช้น้ำ เพราะเกษตรกรสามารถวางแผนการปลูกพืชและให้น้ำแก่พืชในเวลาและปริมาณที่พอเหมาะ ทั้งอัตราการส่งน้ำเกษตรกรก็สามารถเลือกให้พอเหมาะกับการให้น้ำที่ใช้อยู่ด้วย ดังนั้นประสิทธิภาพการชลประทานที่ส่งน้ำโดยวิธีนี้จะดีที่สุด ปริมาณและเวลาที่ต้องการน้ำนั้นเกษตรกรจะเตรียมไว้ล่วงหน้า โดยคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลภูมิอากาศ และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช หรือข้อมูลการระเหยจากภาควัดการระเหยจากภาควัดการระเหยและสัมประสิทธิ์ของธาตุ และคุณสมบัติ ของดินและพืช ในระหว่างฤดูการเพาะปลูกอาจมีการแก้ไขให้เข้ากับสภาพการใช้น้ำ และฝนที่เกิดขึ้นจริง

การที่จะใช้วิธีการส่งน้ำแบบนี้ได้เกษตรกรจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลักการชลประทาน เป็นอย่างดี หรือผู้ที่สามารถให้คำแนะนำแก่เกษตรกรได้อย่างถูกต้อง เท่าที่มีใช้อยู่ในประเทศพัฒนาแล้ว เกษตรกรจะต้องจ่ายค่าน้ำตามปริมาณที่ใช้ ดังนั้นการใช้น้ำจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัด

(2.3) การส่งน้ำแบบหมุนเวียน (Rotation Method) เป็นการส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกตามจำนวนและระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า โดยทำเป็นแผนการส่งน้ำไว้แล้วว่าแปลงใดจะได้รับน้ำเมื่อใด จำนวนเท่าใด เป็นระยะเวลานานเท่าใด และเมื่อใดจะได้รับน้ำสำหรับการส่งน้ำครั้งต่อไป หลักการที่สำคัญของการส่งน้ำโดยวิธีนี้มีอยู่ 3 ประการ คือ



(2.3.1) แบ่งพื้นที่ที่จะต้องส่งน้ำทั้งหมดออกเป็นแปลงย่อย ๆ แล้วจัดเรียงลำดับของแปลงที่จะส่งน้ำให้

(2.3.2) คำนวณปริมาณน้ำที่จะต้องส่งให้กับแปลงอย่างที่ได้แบ่งไว้ให้พอเหมาะกับความต้องการพืช ขนาดของแปลงและการสูญเสียน้ำจากการส่งน้ำและให้น้ำ

(2.1.3) กำหนดระยะเวลาที่แต่ละแปลงย่อยจะได้รับน้ำระยะเวลาดังกล่าวนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่และอัตราการส่งน้ำ

4.2.2 ปริมาณน้ำที่จะต้องจัดหามาให้แก่พืช

โดยปกติแล้ว น้ำที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตจะได้มาจาก 4 แหล่งด้วยกัน คือ

(1) จากความชื้นที่เหลืออยู่ในดินหลังการเก็บเกี่ยว หรือสิ้นสุดการเพาะปลูกแล้ว เมื่อปลูกพืชครั้งต่อไป ความชื้นดังกล่าวถ้ามีปริมาณมากพอ พืชก็สามารถนำไปใช้ได้ บางแห่งอาจจะได้รับเพิ่มเติมจากฝนที่ตกนอกฤดูการเพาะปลูกด้วย อย่างไรก็ตาม น้ำจากแหล่งนี้มีให้พืชเอาไปใช้ไม่มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีรากตื้น เพราะดินในชั้นบนจะมีการสูญเสียน้ำโดยการระเหยจากผิวดินไปบ้าง

(2) จากน้ำใต้ดิน ถ้าหากน้ำใต้ดินอยู่ในระดับที่จะซึมขึ้นมาถึงเขตรากได้ พืชก็จะได้รับน้ำส่วนนี้เหมือนกัน แต่น้ำจะต้องมีคุณภาพดี มิฉะนั้นจะทำให้มีการสะสมเกลือในเขตรากขึ้น

(3) จากฝนที่ตกในฤดูการเพาะปลูก ซึ่งพืชอาจจะนำไปใช้ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น เพราะส่วนที่ซึมลงไปเก็บไว้ในดินและพืชนำไปใช้ได้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน เช่น อัตราและปริมาณของฝน อัตราการซึมของฝนเข้าไปในดิน ความสามารถเก็บน้ำของดิน และความชื้นเดิมของดินก่อนฝนตก เป็นต้น ถ้าอัตราที่ฝนตกสูงกว่าอัตราที่มันซึมเข้าไปในดิน ส่วนที่เกินก็จะกลายเป็นน้ำผิวดิน (Runoff) ไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง หรือถ้าปริมาณที่ซึมลงไปในดินมากกว่าที่ดินจะเก็บไว้ได้ ก็จะมีการซึมเลยเขตรากพืชออกไปอีก ดังนั้นปริมาณน้ำฝนที่พืชจะนำไปใช้ได้อย่างแท้จริง จึงจำกัดเฉพาะส่วนที่เก็บกักอยู่ในเขตราก หรือในแปลงนาซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้เท่านั้น

(4) จากน้ำชลประทานที่จะต้องจัดหามาให้แก่พืชเพิ่มเติมจากในข้อ 1 ถึง 3 แต่เนื่องจากว่าความชื้นที่เหลืออยู่ในดิน และที่ซึมขึ้นมาจากใต้ดินมีปริมาณไม่มากนัก และยังหาจำนวนที่แน่นอนได้ยากในทางปฏิบัติ น้ำดังกล่าวจึงไม่นำมาหักออกจากปริมาณน้ำที่ต้องการทั้งหมด ดังนั้น น้ำชลประทานที่จะต้องจัดหาเพิ่มเติมในแปลงเพาะปลูกคือ ปริมาณที่พืชต้องการสำหรับการระเหยและการคายน้ำรวมกับที่ต้องการสำหรับวัตถุประสงค์อย่างอื่น เช่น สำหรับการ



ควบคุมความเข้มข้นของเกลือในเขตราก หักด้วยปริมาณน้ำฝนที่พืชนำไปใช้ได้หรือฝนใช้การ (Effective Rainfall) ซึ่งจะอยู่ในรูปของสมการ

$$W_n = ET_c + W_l - R_e \quad (\text{สมการ 4-1})$$

โดย W_n เป็นปริมาณสุทธิที่พืชต้องการซึ่งจะต้องจัดหามาให้แก่พืชที่เพาะปลูก กล่าวคือ เป็นปริมาณที่ดินทุก ๆ จุดในพื้นที่จะได้รับน้ำจากน้ำชลประทาน ET_c เป็นจุดที่พืชใช้สำหรับการระเหยและคายน้ำ W_l เป็นปริมาณที่เผื่อไว้สำหรับควบคุมความเข้มข้นของเกลือในดิน (Leaching Requirement) และ R_e เป็นฝนใช้การ (Effective Rainfall)

4.2.2.1 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าว

การส่งน้ำในระบบชลประทานโดยมากจะใช้เพื่อการเกษตร โดยเฉพาะพืชที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่จะเป็นข้าว ฉลอง (2527) ได้แบ่งปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งให้เพื่อการปลูกข้าวออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ปริมาณน้ำเพื่อการเตรียมแปลง (Land preparation) จุดประสงค์ของการเตรียมแปลง ก็เพื่อให้ดินมีสภาพเหมาะสมต่อการเพาะปลูก โดยดินจะถูกทำให้แตกเป็นก้อนเล็ก ๆ ทำให้สะดวกในการปักดำหรือหว่าน ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ เป็นการกำจัดโรคพืช ศัตรูพืช วัชพืช ช่วยสลายฟาง ตอซัง และวัชพืช นอกจากนี้ยังทำให้ดินในระดับต่ำกว่ารอยไถแน่นขึ้น มีผลให้การรั่วซึมน้อยลง และยังเป็นการปรับระดับหน้าดินให้สม่ำเสมอ เหมาะสมต่อการส่งน้ำให้ปุ๋ย และยาอีกด้วย ช่วงการเตรียมแปลงเป็นช่วงที่ใช้น้ำมากที่สุดของการปลูกข้าว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นของดินก่อนการเตรียมแปลง ชนิดของดินซึ่งจะมีผลต่อการรั่วซึม การระเหยในระหว่างการเตรียมแปลง และลักษณะการเตรียมแปลง เช่น เตรียมแปลงเพื่อปักดำ หรือเพื่อกว่านน้ำตาม เป็นต้น เนื่องจากช่วงเตรียมแปลงเป็นช่วงที่ใช้น้ำมากที่สุดดังกล่าวแล้ว ฉะนั้น ระยะเวลาในการเตรียมแปลงจึงมีความสำคัญมาก เพราะถ้าระยะเวลาในการเตรียมแปลงสั้น ปริมาณน้ำที่ต้องการในช่วงเวลาเตรียมแปลงจะสูง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการออกแบบระบบส่งน้ำ จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกของโครงการสามชุก พบว่า ระยะเวลาในการเตรียมแปลงในแต่ละโซนผันแปรจาก 4 สัปดาห์ ถึง 8 สัปดาห์ในฤดูแล้ง และ 6 สัปดาห์ ถึง 10 สัปดาห์ในฤดูฝน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความจุของระบบส่งน้ำ เป็นสำคัญ ในฤดูฝน ถ้ามีฝนตกมากในระยะเวลาที่มีการเตรียมแปลงจะทำให้ระยะเวลาในการเตรียมแปลงสั้นลง ทั้งนี้เพราะว่ามีน้ำมากพอที่จะให้ชาวนาเตรียมแปลงได้พร้อม ๆ กัน โดยปกติชาวนาที่อยู่ปลายระบบส่งน้ำจะต้องรอจนกระทั่งชาวนาที่อยู่ต้นน้ำเตรียมแปลงเสร็จ จึงจะมีน้ำเหลือให้ชาวนาที่อยู่ปลายระบบส่งน้ำเริ่มเตรียมแปลงได้



2. ปริมาณน้ำเพื่อการตกกล้า เป็นปริมาณน้ำที่ใช้ในการตกกล้าก่อนจะนำต้นกล้าไป ปักดำ ประกอบด้วยปริมาณน้ำเพื่อการเตรียมแปลงก่อนตกกล้า และปริมาณน้ำที่กล้าใช้ (ฉลอง, 2527) มีความสำคัญน้อยกว่าปริมาณน้ำเพื่อการเตรียมแปลง ทั้งนี้เพราะพื้นที่ตกกล้าจะน้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ปลูกข้าว

3. ปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการหลังจากปักดำแล้ว (Consumptive use or Evapotranspiration) ปริมาณน้ำส่วนนี้ หมายถึง ปริมาณน้ำที่ต้นข้าวใช้ในการเจริญเติบโตด้วยการคายทางใบ และรวมถึงปริมาณน้ำที่ระเหยไปจากผิวน้ำที่ขังอยู่ในแปลงนา ปริมาณน้ำที่ข้าวใช้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ รังสีอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และการเจริญเติบโตของต้นข้าวและพันธุ์ข้าว ปริมาณการใช้น้ำของข้าวสามารถหาได้ทั้งโดยการวัดและการคำนวณโดยใช้สูตร

$$ET = K_c \cdot E_{pan} \quad (\text{สมการ 4-2})$$

เมื่อ	ET	=	การใช้น้ำของข้าว มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน
	K_c	=	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว (crop coefficient)
	E_{pan}	=	การระเหยของผิวดักการระเหย มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับอายุของข้าวเพียงอย่างเดียว ค่านี้ได้จากการทดลองวัดจริงในสนามโดยการปลูกหญ้าหรือพืชอ้างอิงอื่น เช่น อัลฟัลฟา และข้าว ในถึงวัดการให้น้ำซึ่งติดตั้งในบริเวณเดียวกัน จากนั้นหาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวในแต่ละช่วงอายุได้จากอัตราส่วนของ การใช้น้ำของข้าวต่อการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ซึ่งได้มีการศึกษาและสามารถที่จะค้นคว้าได้จากหนังสือเกี่ยวกับการชลประทานทั่ว ๆ ไป (ฉลอง และ ชัยวัฒน์, 2523 ; ดิเรก, 2524 ข ; อภิชาติ และคณะ, 2524 ; วราวุธ, 2525 ; ดิเรก 2526 ; วิบูลย์, 2526 ; ฉลอง, 2527)

การที่การใช้น้ำของพืชอ้างอิงขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืช เพียงอย่างเดียว ทำให้มีสูตรการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงหลายวิธี ที่นิยมใช้ในการปฏิบัติงานด้านชลประทานมี 6 วิธี คือ Penman, Evaporation, Blany Criddle, Christiansen and Hargreaves, Makkink และ Thornthwaite วิธีการทั้ง 6 มีขั้นตอนการคำนวณแตกต่างกัน การที่จะเลือกใช้สูตรใดจะต้องพิจารณาจากลักษณะของงาน ความละเอียดถูกต้องที่ต้องการ ข้อมูล และเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีอยู่ สำหรับค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงในแต่ละเดือน ณ สถานที่ต่าง ๆ ที่ได้คำนวณไว้แล้ว โดยวิธีของ Penman เนื่องจากสภาพภูมิอากาศทุกอย่าง เช่น รังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ฯลฯ ซึ่งมีผลต่อการใช้น้ำของพืชก็มีผลต่อการระเหยของน้ำจากผิวดักการระเหยด้วยเช่นกัน ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำของพืชอาจเทียบหาจากการระเหยจากผิวดักการระเหย



4.2.2.2 ปริมาณน้ำที่ซึมลงที่ดิน (Percolation)

เมื่อมีการส่งน้ำเข้าไปในแปลงนา เพื่อใช้ในการปลูกข้าวนั้นจะมีน้ำส่วนหนึ่งไหลผ่านชั้นดินลงในเขตรากข้าว แล้วไหลลงใต้ดินซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การรั่วซึมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของดิน วิธีการเตรียมแปลง ความสูงของระดับน้ำในแปลง และระดับน้ำใต้ดิน เป็นต้น ชลองค์และชัยวัฒน์ (2527 ข) ได้ทำการวัดการรั่วซึมเป็นจุด ๆ บนพื้นที่เพาะปลูกทั่วทั้งโครงการ ฯ น้ำจุนรวมทั้งสิ้น 31 จุด ระยะเวลาที่ใช้วัดแต่ละจุด ผันแปรจาก 1-2 วัน อัตราการรั่วซึมสูงสุดที่วัดได้เท่ากับ 2.77 มิลลิเมตรต่อวัน พงษ์ (2527) วัดการรั่วซึมในโครงการหนองหวาย 15 จุด ทุกจุดที่วัดเป็นดินเหนียวและเป็นดินเหนียวอมน้ำ 2 จุด ได้ค่าเฉลี่ยของอัตราการรั่วซึม 2.23 มิลลิเมตรต่อวัน ทวี (2528) วัดการรั่วซึมที่โครงการแม่กลองใหญ่ได้ค่าเฉลี่ย 1.20 มิลลิเมตรต่อวัน

4.2.3 ฝนใช้การ

ฝนใช้การ (Effective Rainfall) หมายถึงส่วนของน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรืออีกนัยหนึ่งเป็นส่วนของน้ำฝนที่ทดแทนความต้องการน้ำชลประทานที่ใช้เพาะปลูกซึ่งจะต้องให้แก่พืชในวันที่มีฝนตกนั้น โดยปกติแล้วไม่จำเป็นว่าฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะว่าส่วนที่จะเป็นประโยชน์อย่างแท้จริง คือ ส่วนที่เก็บกักไว้ในเขตรากที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ภายหลัง หรือกรณีที่เป็นนาข้าวก็จะเป็นส่วนที่ขังอยู่ในแปลงนาในระดับที่ไม่มากเกินไปจนเป็นอันตรายแก่ข้าว ปริมาณฝนใช้การขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการด้วยกัน เช่น อัตราและปริมาณฝน ความชื้นของดิน หรือระดับน้ำในแปลงนาก่อนมีฝนตก อัตราการดูดซึมน้ำของดิน ความสามารถเก็บน้ำของดินในเขตราก ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่เพาะปลูก ชนิดและอัตราการใช้น้ำของพืชที่ปลูก เป็นต้น การที่จะเปลี่ยนปริมาณฝนที่วัดได้ให้เป็นปริมาณฝนใช้การนั้นมีหลักการและขั้นตอนการคำนวณหลายวิธีด้วยกัน ดังนี้

1. Drainage model ทำได้โดยเลือกพื้นที่ตัวอย่างที่สามารถวัดน้ำที่ส่งให้และส่วนที่ไหลออกได้สะดวก ซึ่งน้ำส่วนที่ไหลออกนี้จะเกิดจากน้ำฝนและน้ำชลประทานที่ส่งให้ โดยที่ฝนใช้การคือ ผลต่างของปริมาณที่ตกลงบนพื้นที่กับปริมาณฝนที่ไหลออกจากพื้นที่ ถ้าตั้งสมมติฐานว่าอัตราส่วนของน้ำฝนที่ระบายออกต่อน้ำฝนรวมกับน้ำชลประทานที่ระบายออก เท่ากับอัตราส่วนของน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่ต่อน้ำฝนรวมกับน้ำชลประทานที่ส่งให้ก็สามารถหาปริมาณฝนที่ระบายออก และคำนวณฝนใช้การได้ในที่สุด (Le Ngoe และ Wickham, 1977)

2. Freeboard model เป็นวิธีคำนวณหาฝนใช้การในสระระดับแปลงนา โดยการเลือกพื้นที่ตัวอย่างแล้ววัดระดับน้ำในแปลงนา การใช้น้ำ และการรั่วซึมในแปลงนา เพื่อเป็นข้อมูลในการ



คำนวณหาความสูงของคันนาที่อยู่เหนือผิวน้ำในแปลงนาในวันฝนตก เมื่อทราบปริมาณฝนแล้วก็จะคำนวณฝนใช้ได้ (Le Ngoe และ Wickham, 1977)

3. Simulation model Acres (1979) ได้คำนวณหาฝนใช้การ ซึ่งมีคำจำกัดความว่า ฝนใช้การ คือ ฝนที่ตกลงมาซึ่งอยู่ในระหว่างคันนาและยังไม่เกิดการไหลล้นออก

โดยทั่ว ๆ ไประดับน้ำในแปลงนาจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซัดจำกัดของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงนี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการ ซัดจำกัดบน คือ ที่ระดับน้ำสูงสุด เป็นระดับที่ทำให้เกิดความสูงสูงสุดในแปลงนา ถ้าระดับน้ำสูงกว่านี้จะเกิดการไหลล้นออก ซัดจำกัดล่าง คือ ที่ระดับน้ำต่ำสุดที่จะยอมให้เพื่อประโยชน์ในการจำกัดวัชพืช ถ้าระดับน้ำต่ำกว่าระดับต่ำสุดจะต้องให้น้ำชลประทานจนน้ำขึ้นไปอยู่ในระดับที่เหมาะสมซึ่งเรียกว่า ระดับปานกลาง

วิธีการศึกษาปริมาณน้ำฝนใช้การสำหรับปลูกข้าวฤดูฝนฤดูแล้ง ในทุกเขตของประเทศไทยที่ผ่านมาเป็นการศึกษาด้วยวิธี Simulation โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยเป็นส่วนใหญ่ มีเพียงในโครงการพัฒนาชนบทแบบผสมผสานน้ำอูนเท่านั้น ที่มีการ calibrate ผลที่ได้จากการคำนวณกับข้อมูลในพื้นที่เพาะปลูกจริง ๆ (ฉลอง และชัยวัฒน์, 2527 ค) ทั้งนี้เนื่องจาก

1. การเลือกพื้นที่เพาะปลูกในสนามเพื่อที่จะ Monitor ค่าที่จะนำไปตรวจสอบกับผลการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์นั้นทำได้ยากมาก เพราะ outflow ที่ออกจากพื้นที่ในเขตโครงการชลประทาน ไหลออกได้หลายทาง และเป็น outflow จาก inflow หลาย ๆ ส่วน ฉะนั้น การที่จะหา outflow จากพื้นที่เพาะปลูกที่ทราบ inflow ที่แน่นอนในสนามจึงทำได้ยาก

2. การที่จะให้ได้ผลค่อนข้างสมบูรณ์นั้น จะต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลจากสนามหลายฤดูกาลเพาะปลูก

3. จากเหตุผลข้อ 1 และ 2 ทำให้การคำนวณหาปริมาณฝนใช้การในสนามต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก

4. เมื่อหาพื้นที่ที่สามารถ Monitor ได้ตามข้อ 1 แล้วยังมีปัญหาอีก คือการวัด inflow-outflow จำเป็นต้องใช้เครื่องวัดระดับน้ำแบบอัตโนมัติ และพื้นที่เลือกได้อาจไม่เป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งโครงการอีกด้วย

โดยปกติแล้วไม่จำเป็นว่าฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะว่าส่วนที่จะเป็นประโยชน์อย่างแท้จริงนั้นคือส่วนที่เก็บกักไว้ในเขตรากที่พืชสามารถนำมาใช้ได้ภายในหลัง หรือในกรณีที่เป็นนาข้าวก็จะเป็นส่วนที่ขังอยู่ในแปลงนาในระดับที่ไม่มากเกินไปจนเป็นอันตรายแก่ข้าว เช่น สมมุติว่า ในวันที่ 20 กรกฎาคม ถึงกำหนดที่จะต้องให้น้ำแก่ข้าวโพดจำนวน 100 มม. ถ้าฝนตกในวันที่ 19 จำนวน 30 มม. ฝนดังกล่าวก็อาจจะฝนใช้



การทั้งหมด ในทางตรงกันข้าม ถ้าฝนตกในวันที่ 21 ซึ่งเพิ่มให้น้ำเสริม ฝน 30 มม. อาจจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชเลยก็ได้ จะเห็นได้ว่าจำนวนฝนใช้การที่แท้จริงนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน เช่น ความชื้นของดินในแปลงนาก่อนฝนตก อัตราและปริมาณของฝน อัตราการซึมของน้ำฝนเข้าไปในดิน ความสามารถซึมน้ำของดินในเขตราก ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่เพาะปลูก ชนิดและอัตราการใช้น้ำของพืชที่ปลูก เป็นต้น

เนื่องจากว่าวิธีการให้น้ำของชาวนั้นแตกต่างจากพืชไร่มาก ดังนั้น ปริมาณฝนใช้การสำหรับข้าวจะได้พิจารณาแยกต่างหากจากพืชไร่

1. ฝนใช้การสำหรับข้าว ก่อนอื่นต้องเข้าใจว่านาข้าวส่วนใหญ่มีคันดินล้อมรอบ ฝนที่ตกในนาถ้ามีปริมาณไม่มากจนเกินไปก็就会被เก็บกักไว้ได้ทั้งหมด นอกจากนั้นข้าวยังมีความต้องการน้ำชลประทานสูงเพราะจะต้องเผื่อไว้สำหรับการรั่วซึมในแปลงนาซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ด้วย โดยปกติความต้องการน้ำในแปลงนามีค่าอยู่ระหว่าง 150 ถึง 300 มิลลิเมตรต่อเดือน ดังนั้น อาจถือว่าฝนที่ตกด้วยอัตราคงที่และแผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดเดือนในขนาดไม่เกินความต้องการน้ำสำหรับเดือนนั้น ๆ เป็นฝนใช้การทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ข้อกำหนดดังกล่าวนี้จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อมีระดับน้ำในแปลงนาไม่สูงจนเกินไปในขณะที่ฝนตก เพราะเมื่อมีน้ำฝนมาเพิ่ม ระดับน้ำอาจสูงเกินไปจนไม่สามารถใช้น้ำฝนให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ นี่เป็นสาเหตุหนึ่งที่แนะนำชาวนาให้รักษาระดับน้ำในนาให้ต่ำเท่าที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย บริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ได้แนะนำวิธีการคำนวณปริมาณฝนใช้การสำหรับนาข้าวไว้ โดยกำหนดว่าฝนที่ตกไม่เกิน 200 มม. ตลอดเดือนเป็นฝนใช้การได้ทั้งหมด ส่วนที่เกิน 200 มม. ฝนใช้การได้ลดลงตามส่วน เช่น เมื่อฝนรายเดือนเท่ากับ 400 มม. จะเป็นฝนใช้การได้เพียง 310 มม. หรือ 77.5 เปอร์เซ็นต์ของฝนรายเดือนเท่านั้น สัดส่วนของฝนใช้การจะลดลงเมื่อฝนรายเดือนมีค่าเพิ่มขึ้น เช่น ฝนรายเดือนมีค่าเพิ่มจาก 200 แต่ไม่เกิน 250 ฝนที่เพิ่มจาก 200 มม. เป็นฝนใช้การได้ 75 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เพิ่มจาก 250 แต่ไม่เกิน 300 มม. เป็นฝนใช้การเพียง 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น จะเห็นว่าฝนใช้การสำหรับนาข้าว นั้นอาจมีค่ามากกว่าความต้องการน้ำชลประทานที่แปลงนาได้ ทั้งนี้เพราะถ้าระดับน้ำไม่สูงมากอยู่ก่อนแล้ว ฝนที่ตกลงมาก็สามารถเก็บไว้ใช้ในเดือนถัดไปได้ ตรงกันข้ามกับพืชไร่ที่ฝนใช้การมีค่าเกินความต้องการน้ำไม่ได้ เพราะส่วนที่เกินนั้นจะซึมเลยเขตรากซึ่งไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช

2. ฝนใช้การสำหรับพืชไร่ ค่าฝนใช้การสำหรับพืชไร่หมายถึงส่วนของน้ำฝนที่ซึมลงไปในดินและเก็บไว้ในเขตรากที่พืชจะสามารถนำไปใช้ได้ภายหลัง แปรประมาณค่าดังกล่าวนี้ค่อนข้างจะยุ่งยากมากกว่าในกรณีที่เป็นนาข้าว ทั้งนี้เพราะว่าตัวแปรที่มีผลต่อค่าดังกล่าวมีมากกว่า เช่น



คุณสมบัติของดินที่มีผลต่ออัตราการซึมแตกต่างกันได้มาก ความลึกของรากพืชแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ความลาดเทของแปลง ซึ่งเกี่ยวข้องกับโอกาสที่น้ำฝนจะซึมลงไปในดินก็ต่างกันมาก ดังนั้นถ้าจะให้การประมาณค่าฝนใช้การมีความถูกต้องสูงแล้ว จะต้องแบ่งแยกพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อย ๆ ให้มีลักษณะของตัวแปรที่กล่าวข้างต้นคล้ายคลึงกัน แล้วจึงแยกคำนวณปริมาณฝนใช้การของแต่ละแปลงย่อยนั้น สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจัง ค่าที่ใช้ในการออกแบบที่บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาเลือกใช้ก็มีอยู่หลายแบบ แต่วิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันเป็นของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้จากการวิเคราะห์สถิติน้ำฝนและคำนวณสมมูลของความชื้นในดิน ทั้งนี้สมมุติว่าในขณะที่ถึงเวลาที่จะต้องให้น้ำแก่พืชนั้น ดินในเขตรากมีความสามารถเก็บน้ำไว้ได้ 75 มม. แต่ถ้าดินเก็บน้ำไว้มากกว่าหรือน้อยกว่าก็จะต้องใช้ตัวคูณปรับแก้ ซึ่งไม่อาจบอกได้แน่นอนว่าค่าที่ประมาณได้นั้นถูกต้องมากน้อยแค่ไหน ทั้งนี้เพราะการวิเคราะห์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐรวมเอาตัวเลขจากเขตชุ่มชื้นไปพิจารณาด้วย ในการคำนวณฝนใช้การสำหรับพืชไร่ต้องการข้อมูลหลายอย่างด้วยกัน คือ จำนวนน้ำฝนตลอดเดือน อัตราการใช้ น้ำของพืชสำหรับเดือนนั้น และความสามารถเก็บน้ำไว้ได้ของดินในเขตราก

4.2.4 ความหมายของประสิทธิภาพการชลประทาน

ประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation Efficiency, E_i) หมายถึงอัตราส่วนที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่จะต้องจัดหาให้แก่พืช (Net Water Requirement) ต่อปริมาณทั้งหมดที่จะต้องจัดส่งให้ (Gross Water Requirement) การหาประสิทธิภาพการชลประทานนั้นอาจทำได้หลายแห่ง คือถ้าวัดปริมาณน้ำทั้งหมดที่จัดให้แก่พืชที่พื้นที่เพาะปลูก ก็เป็นประสิทธิภาพการชลประทานที่แปลงเพาะปลูก ถ้าวัดที่คลองส่งน้ำก็เป็นประสิทธิภาพการชลประทานที่ปากคลองส่งน้ำ และถ้าวัดที่หัวงานของโครงการชลประทาน ก็เป็นประสิทธิภาพการชลประทานที่หัวงาน หรือประสิทธิภาพของโครงการชลประทาน เป็นต้น คำว่าประสิทธิภาพการชลประทานนั้นกว้างมาก คือ คลุมตั้งแต่จุดที่ทำการปล่อยปริมาณน้ำทั้งหมดที่จัดส่งให้แก่พืช จนถึงแปลงเพาะปลูก ในทางปฏิบัติเรามีวิธีแยกคิดที่ละส่วน ซึ่งจะได้ทราบว่าในช่วงตอนใดมีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหน ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการชลประทานให้ดีขึ้นได้ถูกต้อง

1. ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (Water Conveyance Efficiency, E_c) จุดแรกก่อนที่น้ำจะส่งถึงพื้นที่เพาะปลูกก็คือระบบส่งน้ำ น้ำชลประทานทั่ว ๆ ไป จะถูกส่งมาจากแม่น้ำ คลอง หรืออ่างเก็บน้ำจากจุดที่ส่งน้ำจนถึงพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะมีน้ำส่วนหนึ่งต้องสูญเสียไปโดยการรั่วซึมจากคลอง



ระเหยจากผิวน้ำในคลอง และถูกพืชซึ่งขึ้นอยู่ริมคลองใช้ ระบบส่งน้ำทำหน้าที่ได้ดีเพียงใดจะบอกได้ด้วยประสิทธิภาพการส่งน้ำ คือ

$$E_c = \frac{W_f}{W_g} \times 100 \quad (\text{สมการ 4-1})$$

โดย E_c = ประสิทธิภาพการส่งน้ำ
 W_f = ปริมาณน้ำที่ได้รับที่พื้นที่เพาะปลูก
 W_g = ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบส่งน้ำ ซึ่งจะเท่ากับปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องจัดส่ง

ในกรณีที่พื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรมีขนาดใหญ่มากจนต้องมีระบบส่งน้ำเพิ่มเติมภายในที่ดินของตน การสูญเสียน้ำภายในระบบส่วนนี้จะต้องอยู่ในความรับผิดชอบของเกษตรกร ดังนั้นจึงต้องหาประสิทธิภาพของคูส่งน้ำ (Field Canal Efficiency) ขึ้นโดย

$$E_b = \frac{W_p}{W_f} \times 100 \quad (\text{สมการ 4-2})$$

โดย E_b = ประสิทธิภาพของคูส่งน้ำ
 W_p = ปริมาณน้ำที่ได้รับที่แปลงเพาะปลูก
 W_f = ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าปากคูส่งน้ำ

ขอให้สังเกตว่าในกรณีที่น้ำจากคลองส่งน้ำไหลเข้าแปลงโดยตรงไม่ผ่านคูส่งน้ำ $W_p = W_f$ หรือ $E_b = 100$ เปอร์เซ็นต์

2. ประสิทธิภาพการให้น้ำ (Water Application Efficiency, E_a) คือ อัตราส่วนที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างความลึกของน้ำที่เก็บกักอยู่ในเขตรากของจุดที่น้อยที่สุด แต่ไม่เกินความชื้นที่ขาดไป (SMD) ต่อความลึกเฉลี่ยของน้ำที่ส่งเข้าแปลงทั้งหมด ค่า E_a นี้จะชี้ให้เห็นว่าระบบถูกใช้ได้ดีเพียงใด กล่าวคือเมื่อส่งน้ำมาถึงพื้นที่เพาะปลูกแล้ว น้ำส่วนนี้ก็จะถูกให้แก่พืชเพื่อเพิ่มความชื้นของดินในเขตรากให้ขึ้นมาถึง Field Capacity ส่วนที่เกินกว่าดินในเขตรากจะเก็บไว้ได้ก็เป็นการสูญเสีย ดังนั้น

$$E_a = \frac{W_s}{W_p} \times 100 \quad (\text{สมการ 4-3})$$



โดย	E_a	=	ประสิทธิภาพการให้น้ำ
	W_s	=	ปริมาณน้ำที่เก็บกักอยู่ในเขตรากจากการให้น้ำซึ่งต้องการให้มีค่าเท่ากับปริมาณสุทธิที่จะต้องให้แก่พืช, W_p
	W_p	=	ปริมาณน้ำที่ได้รับและให้แก่พืชที่พื้นที่เพาะปลูก

ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในขณะที่ให้น้ำส่วนใหญ่เป็นการไหลเลยพื้นที่เพาะปลูกออกไป (Run off) และซึมเลยเขตราก (Deep Percolation) ส่วนการระเหยจากพื้นที่เพาะปลูกในขณะที่ให้น้ำนั้นน้อยมาก การสูญเสียส่วนใหญ่เนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอของพื้นที่ ดินมีความสามารถในการซึมผ่านได้สูง อัตราการให้น้ำไม่เหมาะสมกับดินและวิธีการให้น้ำ และพื้นที่เพาะปลูกใหญ่หรือยาวเกินไป เป็นต้น ความสามารถของผู้ให้น้ำก็มีผลต่อประสิทธิภาพในการให้น้ำมากเหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการให้น้ำทางผิวดินที่มีความลาดเท เช่น แบบร่องคูลาด (Graded Furrow) และแบบท่อมเป็นผืนยาว (Graded Border) เพราะการชลประทานแบบนี้จะต้องเริ่มให้น้ำด้วยอัตราที่ค่อนข้างสูง และต้องลดอัตราการให้น้ำลงเมื่อน้ำไหลไปถึงบริเวณท้ายแปลงแล้วเพื่อป้องกันมิให้มีการไหลเลยท้ายแปลงออกไปมาก ถ้าหากผู้ให้น้ำสามารถลดอัตราการให้น้ำให้พอเหมาะกับอัตราการซึมของน้ำเข้าไปในดินได้ ก็จะทำให้การสูญเสียน้ำน้อยลงและเป็นผลให้มีประสิทธิภาพในการให้น้ำสูงขึ้น

เมื่อทราบประสิทธิภาพของแต่ละส่วนที่แยกออกมาแล้ว กล่าวคือ ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (E_c) ประสิทธิภาพของคูส่งน้ำ (E_b) และประสิทธิภาพการให้น้ำ (E_a) แล้ว การหาประสิทธิภาพรวมของโครงการชลประทานก็ทำได้โดย

$$E_i = E_a \cdot E_b \cdot E_c \quad (\text{สมการ 4-4})$$

ค่าทั่ว ๆ ไป ของประสิทธิภาพทั้งสามส่วนนี้สำหรับวิธีการส่งน้ำ ให้น้ำ และคุณสมบัติของดิน ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (E_c) ประสิทธิภาพของคูส่งน้ำ (E_b) ประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ ($E_s = E_b \times E_c$) และประสิทธิภาพการให้น้ำ (E_a) สำหรับวิธีการส่งน้ำ ขนาดของพื้นที่ ลักษณะของดินและวิธีการให้น้ำแบบต่าง ๆ

4.2.5 ประสิทธิภาพการชลประทาน

ประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation efficiency) เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญต่องานด้านการชลประทานเป็นอย่างมาก ตั้งแต่เมื่อเริ่มต้นวางโครงการและออกแบบ ถ้าทราบพื้นที่เพาะปลูก และความต้องการน้ำในแปลงเพาะปลูกแล้ว ประสิทธิภาพการชลประทานจะเป็นข้อมูล



หนึ่งที่ใช้หาความต้องการน้ำที่หัวงาน และกำหนดขนาดของอาคารได้ หรือในกรณีที่ปริมาณน้ำต้นทุนมีจำกัด ประสิทธิภาพการชลประทานจะเป็นตัวกำหนดพื้นที่เพาะปลูกที่สามารถรับน้ำชลประทานได้ เมื่อมีการก่อสร้างเสร็จแล้ว ในขณะที่มีการส่งน้ำปลูกระบบบำรุงรักษา ประสิทธิภาพการชลประทานจะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้แก่ส่วนต่าง ๆ ของโครงการ การตรวจสอบประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการชลประทาน จะทำให้ทราบถึงจุดบกพร่องของการส่งน้ำ ซึ่งจะทำให้สามารถแก้ไขปรับปรุงได้ถูกต้อง

ประสิทธิภาพการชลประทานจะเป็นค่าที่บอกถึงความสามารถของระบบชลประทานในด้านการส่งน้ำและบำรุงรักษาตั้งแต่จากแหล่งเก็บน้ำจนถึงแปลงเพาะปลูก ขึ้นอยู่กับว่าจะพิจารณาความสามารถของระบบการชลประทานในระดับใด เช่น ระดับแปลงเพาะปลูก ระดับคลองซอย ระดับคลองสายใหญ่ หรือระดับโครงการ

เนื่องจากคำจำกัดความของประสิทธิภาพการชลประทานที่สามารถค้นคว้าได้จากหนังสือเกี่ยวกับการชลประทานทั่ว ๆ ไป นั้นมีหลายอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้คำจำกัดความของ จลอง (2527) ซึ่งกล่าวว่า

$$E_i = \frac{ET + LP + P - R_o}{IR} \times 100 \quad (\text{สมการ 4-5})$$

เมื่อ	E_i	=	ประสิทธิภาพการชลประทาน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
	ET	=	ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
	LP	=	ปริมาณน้ำเพื่อการเตรียมแปลง มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
	P	=	ปริมาณน้ำที่ซึมลงในดิน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
	R_o	=	ปริมาณฝนใช้การ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
	IR	=	ปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งให้ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ ปริมาณน้ำเพื่อการเตรียมแปลง และปริมาณน้ำที่ซึมลงในดิน เป็นปริมาณน้ำที่ต้องการในแปลงเพาะปลูกที่คำนวณได้ตามทฤษฎี

ปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งให้ อาจเป็นปริมาณน้ำที่ปากคลองซอย ถ้าการคำนวณหาประสิทธิภาพเป็นระดับคลองซอย หรืออาจเป็นปริมาณน้ำที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ถ้าการคำนวณหาประสิทธิภาพเป็นระดับโครงการ

สำหรับประเทศไทยนั้นได้มีการศึกษาทางด้านการประเมินประสิทธิภาพการใช้ น้ำชลประทาน ในปี 2540 ศุภเกียรติ โฟฟารเสถียร ได้ทำการศึกษาเพื่อพยากรณ์ความต้องการ



น้ำชลประทานสำหรับพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งการคำนวณได้อาศัยข้อมูลดังนี้คือ สถิติน้ำฝนที่ตกในแต่ละวัน และ Potential evapotranspiration ซึ่งอาศัยสถิติติดต่อกัน 20 ปี ความชื้นในดินที่มากที่สุดกำหนดขึ้น และสมมุติให้ความชื้นสามารถเคลื่อนตัวเข้าไปและออกจากดินได้สะดวก จำนวนน้ำฝนที่ตกในแต่ละวันจะทำให้ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้นถึงขีด field capacity ความลึกของชั้นดินที่มีความชื้นถึงขีด field capacity นี้ขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำฝนที่ได้รับ และจำนวนความชื้นที่เหลืออยู่ในดิน evapotranspiration กำหนดให้เกิดขึ้นเฉพาะชั้นดินที่พืชสามารถนำ ความชื้นไปใช้ได้มากที่สุดเท่านั้น เพราะความชื้นในดินจะลดลงตามความลึก Potential evapotranspiration คำนวณหาโดยใช้วิธีของ Thornthwaite ซึ่งอาศัยสถิติอุณหภูมิ และกำหนดว่าถ้าหากความชื้นในดินซึ่งอยู่ระหว่าง field capacity กับ permanent wilting point ลดลงจะทำให้ evapotranspiration ลดลงด้วย และจำนวนน้ำฝนที่เกิน ความต้องการในการเพิ่มความชื้นในดินให้ถึงขีด field capacity นั้นจะไม่นำมาคำนวณมีข้อกำหนดว่าถ้าหากความชื้นในดินที่มากที่สุดลดลงครึ่งหนึ่งจะให้ น้ำชลประทานมีจำนวนเท่ากับจำนวนความชื้นที่ลดลงไปนั้น จากการนำสถิติน้ำฝนจาก 9 สถานี ซึ่งแผ่กระจายไปทั่วภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาคำนวณหาสมมูลย์ของน้ำโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ผลจะออกมาว่าวันใดจะต้องให้น้ำชลประทาน จากผลที่ได้นี้สามารถหา probability ของจำนวนน้ำที่ต้องการอย่างน้อยที่สุดของแต่ละบริเวณพื้นที่ที่ทำการคำนวณในแต่ละฤดูกาลเพาะปลูกซึ่งสามารถกำหนด จำนวนน้ำชลประทาน ที่ต้องการของแต่ละบริเวณพื้นที่ที่ทำการคำนวณ ในช่วง probabilities ต่าง ๆ กันเมื่อดิน มีความชื้นที่มากที่สุดแต่ละระดับ และได้จัดทำแผนที่แสดงจำนวนน้ำชลประทานที่ต้องการของแต่ละบริเวณทั่ว ทั้งภาคเมื่อดินมีความชื้นที่มากที่สุด แต่ละระดับ และในช่วง probabilities ต่าง ๆ กัน เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วง probability ที่ต่ำ เส้นแสดง probability ของจำนวนน้ำชลประทานของดินที่มีความชื้นมากที่สุดแต่ละระดับ จะสอบเข้าหากันโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ดังนั้นแผนที่แสดงจำนวนน้ำชลประทานที่ต้องการอันหนึ่งจะใช้ได้ถูกต้อง พอสมควร สำหรับการพยากรณ์หาจำนวนน้ำชลประทานที่ต้องการสำหรับดินที่มีความชื้นแตกต่างกัน

นิรุตต์ เจริญสุขวงศ์ (2539) ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรี เพื่อหาพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งโดยเกณฑ์เฉลี่ยที่ไม่เกิดการขาดแคลนน้ำ และกราฟใช้ประเมินหาพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งสำหรับโครงการฯ เพชรบุรีนำข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกรายสัปดาห์ ของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา 3 สายและฝั่งซ้าย 1 สายทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนมาทำการศึกษา โดยสมมติปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง 300 และ 250 มิลลิเมตรสำหรับฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ ใช้ระยะเวลา 3 สัปดาห์ เท่ากัน ปริมาณฝนใช้การได้ หาโดยการกำหนดระดับน้ำในแปลงนา 3 ระดับ คือระดับ



สูงสุดระดับปานกลางและระดับต่ำสุดเท่ากับ 120, 100 และ 50 มิลลิเมตรตามลำดับ พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มของปริมาณฝนใช้การได้เป็น 4 กลุ่ม คือ เดือนสิงหาคม กันยายน ตุลาคม และเดือนอื่นๆ ส่วนปริมาณน้ำที่ส่งให้ที่ประตูระบายปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ คำนวณโดยใช้กราฟสอบเทียบอาคารชลประทานผลการหาประสิทธิภาพการชลประทานของคลองส่งน้ำสายใหญ่ได้ประมาณ 35-59 เปอร์เซ็นต์สำหรับฤดูแล้งและ 28-52 เปอร์เซ็นต์ สำหรับฤดูฝนทำการศึกษาการจัดการใช้น้ำในอ่างโดยใช้ประสิทธิภาพการชลประทานที่นำมาได้เป็นแนวทาง เพื่อหาความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน และเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขาทำให้ได้ปริมาณน้ำที่ต้องการให้ปล่อยออกจากอ่างฯ และใช้เป็นข้อมูลประกอบกับข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างฯ ในช่วง พ.ศ. 2498-2526, ข้อมูลเฉพาะของอ่างฯกับการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ ผลการศึกษาพบว่าในการเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง ปีละ 17,715 ไร่ (เทียบเท่า ข้าว) จะมีปริมาณน้ำเพียงพอให้ปลูกได้ทุกปี และถ้าปลูกปีละ 37,500 ไร่ (เทียบเท่าข้าว) จะเกิดการขาดแคลนน้ำ 1 ปี (2 เดือน) นอกจากนี้ได้เลือกกราฟใช้ประเมินพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง ซึ่งพบว่าพื้นที่ที่เป้าหมาย 60,700 ไร่ (เทียบเท่าข้าว) ได้พื้นที่เฉลี่ยสูงสุด 45,600 ไร่ (เทียบเท่าข้าว)

4.3 วิธีการวิจัย

4.3.1 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

(1) แผนที่เชิงเลข มีดังนี้

- แผนที่พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล มาตราส่วน 1:4,000
- แผนที่ชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000
- แผนที่สถานีวิจัยวัดภูมิอากาศ มาตราส่วน 1:50,000
- แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000

(2) ข้อมูลทุติยภูมิ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลการคายระเหย จากกรมอุตุนิยมวิทยา
- ข้อมูลสถานที่ตั้ง และพื้นที่เพาะปลูกของโครงการฯ พลายชุมพล จากที่ทำการ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล สำนักงานชลประทานที่ 3

- ข้อมูลปริมาณน้ำที่จัดสรร ให้กับพื้นที่ในโครงการชลประทาน ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกรายคลอง จากสำนักบริหารและจัดการน้ำภาคเหนือตอนล่างจังหวัดพิษณุโลก
- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลการเพาะปลูก จากกรมพัฒนาที่ดิน
- ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

(3) ข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากแบบสัมภาษณ์เกษตรกร ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา พลายชุมพล จำนวน 385 ราย เพื่อนำมาสร้างข้อมูลคุณลักษณะด้านการใช้น้ำระดับแจกส่งน้ำ

4.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ เกษตรกรที่มีพื้นที่การเกษตรในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างทำการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) โดยการพิจารณาจากพื้นที่ทำนาในโครงการชลประทานที่อยู่ในลักษณะของการรับน้ำจากคลองชลประทานเป็นช่วงต้นคลอง กลางคลอง และปลายคลองแยกตามรายโซน โดยคิดเป็นสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน จำนวน 385 ราย จากพื้นที่คลองรับน้ำชลประทาน 39 คลอง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม คือ แบบสัมภาษณ์ จำนวน 33 ข้อ ประกอบด้วย 1) ข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ 2) ข้อมูลครัวเรือน 3) ข้อมูลการเกษตร 4) ข้อมูลการใช้น้ำโครงการชลประทาน 5) ข้อมูลการมีส่วนร่วมและการรวมกลุ่มของผู้ใช้น้ำ 6) ข้อมูลการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่นเพื่อการเกษตร ผู้ที่ตอบคำถามจะเป็นผู้ที่ป็นหัวหน้าครัวเรือนหรือตัวแทนของครัวเรือน

4.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

4.3.3.1 การประเมินความพอเพียงของปริมาณน้ำในดินสะสมกับความต้องการน้ำของพืช มีวิธีการคำนวณจากสมการดังนี้

(1) ปริมาณน้ำในดินสะสม (Accumulated Soil Water content)

$$\Delta SW_{acm} = SW_n + SW_{n-1} \quad (\text{สมการ 4-6})$$

เมื่อ ΔSW_{acm} = ปริมาณน้ำในดินสะสมในสัปดาห์ปัจจุบัน (ลบ.ม.)

SW_n = ปริมาณน้ำในดินในสัปดาห์ปัจจุบัน (ลบ.ม.)

SW_{n-1} = ปริมาณน้ำในดินในสัปดาห์ที่ผ่านมา (ลบ.ม.)

(2) ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Crop Water Requirement)

$$ET = Kc * E \quad (\text{สมการ 4-7})$$

เมื่อ ET = ปริมาณน้ำใช้ หรือการคายระเหยน้ำแท้จริงของพืช (ลบ.ม.)

Kc = สัมประสิทธิ์การคายระเหยน้ำของพืชแต่ละชนิดในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

E = ปริมาณการระเหยน้ำรายสัปดาห์ (ลบ.ม.)

(3) ความเหมาะสมปริมาณน้ำในดินต่อการความต้องการของพืช (Water Suitability for Crop Water Requirement) โดยพิจารณาจากจำนวนสัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดิน

เพียงพออย่างต่อเนื่องสำหรับความต้องการน้ำของพืชตลอดอายุการเจริญเติบโต มีวิธีการคำนวณดังนี้

$$SW_{suit} = SW_{acm\ 1} + SW_{acm\ 2} + SW_{acm\ 3} + \dots + SW_{acm\ n} \quad (\text{สมการ 4-8})$$

เมื่อ SW_{suit} = ความเหมาะสมของสปีดน้ำที่มีปริมาณน้ำในดินเพียงพอต่อชนิดพืช (สปีดน้ำ)

$SW_{acm\ 1}$ = ปริมาณน้ำในดินสะสมในสปีดน้ำที่ 1 ถึง n (เมื่อ n เท่ากับอายุของพืชและปริมาณการใช้น้ำของพืช ดังตาราง 4-1)

ตาราง 4-1 ปริมาณการใช้น้ำของพืช

ประเภท	ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย(ลบ.ม. /ไร่/สปีดน้ำ)	อายุพืช (สปีดน้ำ)
พืชผัก(V)	26	8
พืชไร่(C)	33	10
ข้าว (Ru)	73	12
ข้าว (R)	167	12

(4) การกำหนดพืชปลูกในแต่ละสปีดน้ำ ตามความเหมาะสมของน้ำและดิน (Water and Soil Suitability based Crop Calendar) โดยพิจารณาจากความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินสะสมรายสปีดน้ำ และความเหมาะสมของคุณภาพดิน เพื่อกำหนดสปีดน้ำและชนิดพืชปลูกที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่

$$SWSP_{suit} = SW_{suit} + SP_{suit} \quad (\text{สมการ 4-9})$$

เมื่อ $SWSP_{suit}$ = ความเหมาะสมของดินและน้ำต่อการเพาะปลูกพืช (สปีดน้ำ)

SW_{suit} = ความเหมาะสมของสปีดน้ำที่มีปริมาณน้ำในดินเพียงพอต่อชนิดพืช (สปีดน้ำ)

SP_{suit} = ความเหมาะสมของคุณสมบัติดินต่อการเพาะปลูกพืช

4.3.3.2 การประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน (Efficiency Irrigated Water Use) โดยวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกในแต่ละโซนเป็นรายสปีดน้ำจากข้อมูลหลักๆ คือ ความต้องการน้ำของพืช การซึมลึก ปริมาณน้ำฝนใช้การ ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ ผลรวมความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ ประสิทธิภาพชลประทานตามการส่งน้ำจริง และ ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

(1) ปริมาณความต้องการน้ำของพืช

$$CRW\ (mm) = Epan \times Kc \quad (\text{สมการ 4-10})$$

โดยที่	CRW	=	ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement) (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)
	Epan	=	ค่าการคายระเหยที่วัดได้จากกาดคายระเหย
	Kc	=	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

(2) ปริมาณการซึมลึก (Deep Percolation) คำนวณตามแบบจำลองที่ได้จากผลการศึกษาในบทที่ 3

(3) ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall) การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ปริมาณฝนใช้การดังตาราง 4-2 ซึ่งได้มาจากการคำนวณดังสมการ 4-11 แล้วนำเข้าไปในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อทำการประมาณค่าช่วง (Interpolate) ให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่โครงการฯ ปลายชุมพล

$$ER \text{ (mm)} = P_{\text{(Week)}} \times \% \text{ รายเดือน} \quad (\text{สมการ 4-11})$$

โดยที่	ER	=	ค่าฝนใช้การ (มิลลิเมตรต่อสัปดาห์)
-	P	=	ปริมาณน้ำฝนรายสัปดาห์ (มิลลิเมตร)

ตาราง 4-2 แสดงค่าฝนใช้การเมื่อทราบปริมาณฝนทั้งหมด

ฝนทั้งหมด (มม./สัปดาห์)		0	25	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
ฝนใช้การใน เดือน (มม./ สัปดาห์)	มีย.-สค ตค.	0	25	35	40	50	56	62	67	72	76	79	82	84	86	87	87
	กย.	0	25	35	39	44	49	53	56	59	61	63	64	65	65	65	65
	อื่นๆ	0	25	35	40	50	60	70	80	85	90	94	97	99	100	100	100

ที่มา : พงษ์ แมดสถาน (2527)

(4) ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ (Net Irrigation Water Demand)

$$IWD_{\text{net}} \text{ (mm)} = CRW + P - ER \quad (\text{สมการ 4-12})$$

โดยที่	IWD _{net}	=	ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ
	CRW	=	ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement) (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)
	P	=	ปริมาณน้ำที่ซึมลงในดิน (มิลลิเมตร)
	ER	=	ปริมาณฝนใช้การ (มิลลิเมตร)

(5) ผลรวมความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ (Total of Net Irrigation Water Demand)

$$\text{IWDtotal (mm)} = \text{IWDnet} \times \text{Area} \times 0.0000016 \quad (\text{สมการ 4-13})$$

โดยที่ IWDtotal = ผลรวมความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ(ลูกบาศก์เมตร)

IWDnet = ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ

Area = พื้นที่การเพาะปลูกรวม (ไร่)

(6) ประสิทธิภาพชลประทานตามการส่งน้ำจริง (Actual Irrigated Efficiency)

$$\text{EI} = (\text{IWDtotal} / \text{IWS}) \times 100 \quad (\text{สมการ 4-14})$$

โดยที่ EI = ประสิทธิภาพการชลประทานตามการส่งน้ำจริง

IWDtotal = ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ

IWS = ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ส่งจริง

(7) ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน (Irrigation Water Use ; IWU)

$$\text{IWU} = \text{Kg} / \text{IWSnet} - \text{GWDnet} \quad (\text{สมการ 4-15})$$

โดยที่ Kg = ผลผลิต

IWDnet = ปริมาณน้ำรวมที่ส่งสุทธิ

GWDnet = ปริมาณน้ำบาดาลที่สูบสุทธิ

ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้จากปริมาณน้ำที่ส่งจริง ปริมาณน้ำที่ส่งจากแบบจำลองความต้องการน้ำของพืช และข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยจากแบบสอบถาม โดยที่ อัตราการสูบน้ำในเขตพื้นที่โครงการชลประทานเฉลี่ย 44 ลบ.ม./ชั่วโมง (ค่าเฉลี่ยโดยการประมาณจากเครื่องสูบน้ำขนาด 9-11 แรงม้า)

4.3.3.3 การประเมินสถานภาพอุปสงค์การใช้น้ำชลประทาน และปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำชลประทาน โดยประเมินจากอัตราผลผลิตต่อพื้นที่ไร่ของแต่ละโซน และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตแยกรายคลองส่งน้ำที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร โดยนำแบบสอบถามมาลงรหัสตามที่ผู้วิจัยกำหนด บันทึกข้อมูลลงในแบบลงรหัส (Coding Form) จากนั้นนำเข้าสู่อุปกรณ์วิเคราะห์ข้อมูล SPSS for Windows เพื่อทำการวิเคราะห์ ดังนี้

(1) สถานภาพอุปสงค์การใช้น้ำชลประทานวิเคราะห์จากข้อมูลทั่วไปจากแบบสัมภาษณ์ใช้สถิติค่าความถี่และร้อยละ (Percentage)

(2) ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำชลประทาน โดยศึกษาอัตราผลผลิตต่อพื้นที่ไร่ของแต่ละโซนกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต ทำการหาความสัมพันธ์ (Correlation) โดยใช้สถิติ Pearson product moment correlation coefficient และสร้างสมการถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression)



ระหว่างอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ของแต่ละโซนกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต โดยแบ่งกลุ่มของปัจจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 3 ด้าน คือ

(2.1) ปัจจัยด้านกายภาพ ตัวแปรที่นำมาพิจารณามี 5 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนเนื้อที่ของพื้นที่ชลประทานตามประเภทที่รับน้ำ ความยาวคลอง เนื้อที่รับน้ำของคลอง จำนวนท่อส่งน้ำเข้านา (F_{to}) และ ความยาวของเส้นรอบพื้นที่ที่รับน้ำของคลองส่งน้ำ

(2.2) ปัจจัยด้านชีวเคมี ตัวแปรที่นำมาพิจารณามี 5 ตัวแปร ได้แก่ อัตราการใช้ปุ๋ย/สารเคมี พื้นที่เพาะปลูกต่อรายเฉลี่ย พื้นที่เก็บเกี่ยวต่อรายเฉลี่ย ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ และ ปริมาณน้ำรวมที่ส่ง

(2.3) ปัจจัยด้านสังคม ตัวแปรที่นำมาพิจารณามี 4 ตัวแปร ได้แก่ รายได้ สภาพฐานะของเกษตรกร การเป็นสมาชิกของกลุ่มผู้ใช้น้ำ และระดับการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ

4.4 ผลการศึกษา

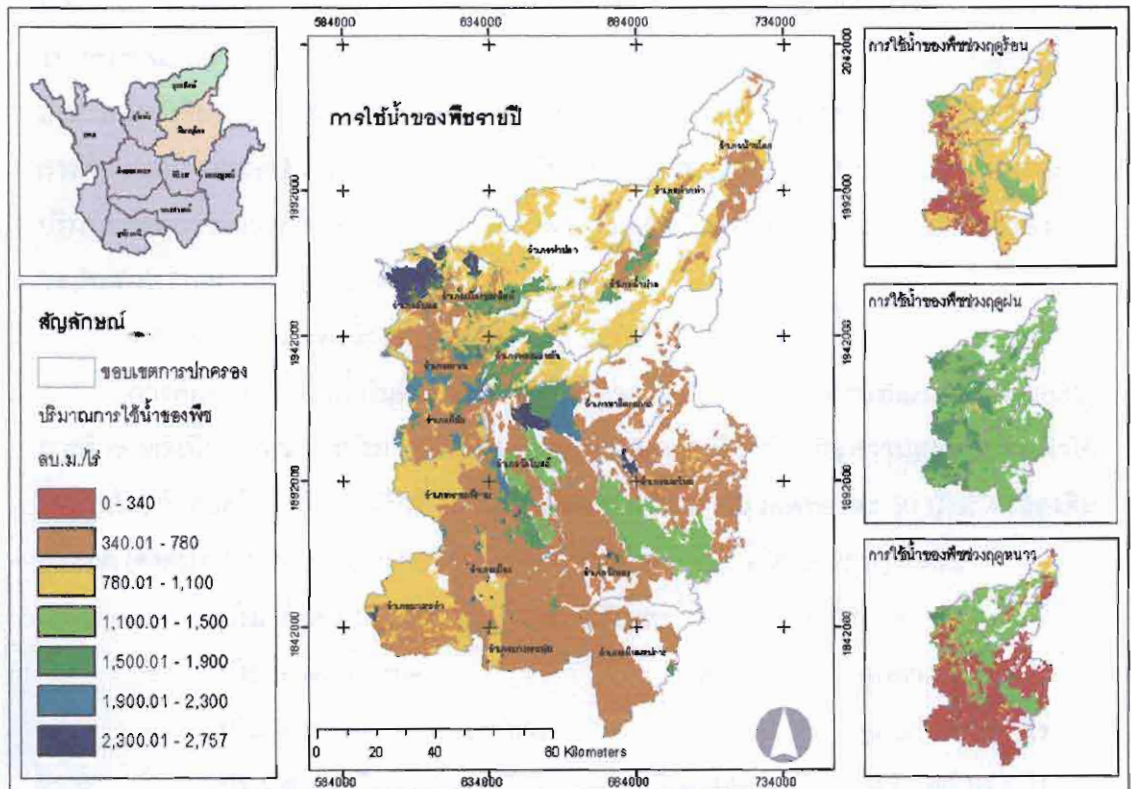
4.4.1 การประเมินน้ำในดินเพื่อจัดปฏิทินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช

จากการศึกษาที่ใช้สมดุลน้ำ (Water Balance) เพื่อเป็นการตรวจสอบปริมาณน้ำที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบ ซึ่งทำให้สามารถทราบปริมาณน้ำที่ยังคงเหลือในระบบที่ศึกษานั้น (ยงยุทธ โอสดสภา และคณะ, 2541) ทำให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประเมิน ปริมาณน้ำในดินที่เติมเข้ามาในแต่ละสัปดาห์ในรูปของปริมาณของน้ำในดินสะสมเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้น้ำของพืช นอกจากนี้ยังสามารถศึกษาถึงจำนวนของพื้นที่ และช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชพืชที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว จากข้อมูลของปริมาณน้ำในดินสะสม

4.4.1.1 ปริมาณการใช้น้ำของพืช

การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ใช้ในการศึกษานี้ได้ใช้วิธีการที่นิยมใช้โดยทั่วไปในงานชลประทาน คือการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากค่าการระเหยจากผิวดินการระเหย เป็นวิธีการที่ต้องอาศัยผลการศึกษาวิจัยถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืชกับปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินการระเหย โดยมีสมการทั่วไปในการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ดังสมการ 3-16 การศึกษานี้ได้จากได้แบ่งพืชออกเป็น 15 ชนิด ดังตารางสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในภาคผนวก ปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดนั้นมีความแตกต่างกันตามแต่ละชนิด และช่วงอายุการเจริญเติบโต จากการศึกษถึงปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยของพืชต่อสัปดาห์ตามปฏิทินการปลูกพืชพืชของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2546. เว็บไซต์) พบว่าปริมาณของน้ำที่พืชต้องการใช้มากที่สุดจะอยู่ในช่วงสัปดาห์ที่ 22 ถึง 35 จำนวน 13 สัปดาห์ ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำของพืชอยู่ในช่วง 15 ถึง 59 ลูกบาศก์เมตร/ไร่

ผลการศึกษาปริมาณการใช้น้ำของพืชเฉลี่ยพบว่ามีการใช้น้ำของพืช 2,914 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี (พืชญ่โลก 826 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี และอุตรดิตถ์ 1,076 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี) และแต่ละฤดูกาลพบว่าในฤดูฝนมีปริมาณการใช้น้ำของพืชมากที่สุดคือเฉลี่ย 2,319 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดู เนื่องจากมีการปลูกพืชที่อาศัยปริมาณฝนเป็นหลัก ในฤดูแล้งมีปริมาณการใช้น้ำของพืชเฉลี่ย 360 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดู และฤดูร้อนมีปริมาณการใช้น้ำของพืชเฉลี่ย 235 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดู (ภาพ 4-1)



ภาพ 4-1 ปริมาณการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ปลูก

การศึกษาปริมาณการใช้น้ำของพืชของจังหวัดพญ่ญ่โลกและอุตรดิตถ์พบว่า พืชผัก (คะน้ำ, มะระจีน) พืชไร่(ข้าวโพด, ถั่วเหลือง, ถั่วเขียว) ข้าวไร่ และข้าวนาสวน (สำนักงานสถิติจังหวัด พญ่ญ่โลก, 2541. และ กรมชลประทาน, 2546, เว็บไซต์) มีการเพาะปลูกโดยทั่วไปของทั้ง 2 จังหวัด จากการศึกษพบว่า พืชผักมีความต้องการน้ำเฉลี่ย 26 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ปริมาณการใช้น้ำรวม 208 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ จากอายุพืชเฉลี่ย 8 สัปดาห์) พืชไร่มีความต้องการน้ำเฉลี่ย 33 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ปริมาณการใช้น้ำรวม 331 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ จากอายุพืชเฉลี่ย 10 สัปดาห์) ข้าวไร่มีความต้องการน้ำเฉลี่ย 73 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ปริมาณการใช้น้ำรวม 875 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ จากอายุพืชเฉลี่ย 12 สัปดาห์ ซึ่งยังไม่รวมกับปริมาณน้ำเตรียมแปลง) และข้าวนาสวน ข้าวไร่มีความต้องการน้ำเฉลี่ย 167 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ปริมาณการใช้น้ำรวม 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ จากอายุพืชเฉลี่ย



12 สัปดาห์ ซึ่งยังไม่รวมกับปริมาณน้ำเตรียมแปลง) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่มีมาก่อน โดยที่พืชไร่อายุสั้นจะใช้น้ำ 300-400 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ แต่ถ้าเป็นข้าวจะใช้น้ำถึง 5 เท่า คือ 1,500 - 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ยงยุทธ โสณสกลา, 2541) ผลการศึกษาของกรมชลประทาน พบว่า พืชผัก (คะน้า, และมะระจีน) มีปริมาณการใช้น้ำรวม 191 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ พืชไร่ (ข้าวโพด, ถั่วเหลือง และถั่วเขียว) มีปริมาณการใช้น้ำรวม 570 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ และข้าว (ข้าว กข. และข้าว ขาดอมละลิ 105) มีปริมาณการใช้น้ำรวม 1,045 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (กรมชลประทาน, 2546. เว็บบไซด์) พบว่าปริมาณการใช้น้ำของพืชผัก (208ลูกบาศก์เมตร/ไร่) มีปริมาณมากกว่าผลการศึกษาของกรมชลประทาน (191 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) ปริมาณการใช้น้ำของพืชไร่ (331 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) มีปริมาณใกล้เคียงกับการศึกษาของ ยงยุทธ โสณสกลา (300-400 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) แต่น้อยกว่า การศึกษาของกรมชลประทาน (570) สำหรับปริมาณการใช้น้ำของข้าว (936 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) มีปริมาณน้อยกว่าผลการศึกษาของยงยุทธ โสณสกลา (1,500-2,000 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) และของกรมชลประทาน (1,045 ลูกบาศก์เมตร/ไร่)

4.4.1.2 ปริมาณของน้ำในดินสะสม

การศึกษาปริมาณน้ำในดินสะสมเริ่มต้นคิดจากสัปดาห์ที่ 17 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2538) การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้ปริมาณน้ำที่ดินสะสมสามารถกักเก็บได้ไม่เกินความสามารถอุ้มน้ำได้ของดินโดยกำหนดให้ดินที่ความลึกที่ 50 ดินสามารถกักเก็บน้ำได้สูงสุดร้อยละ 50 ปริมาตรของดินทั้งหมด (องค์ประกอบของดินประกอบด้วย เนื้อดิน 50% น้ำ 25% อากาศ 25%) ดังนั้น

ปริมาตรดิน 1 ไร่ ที่ความลึก 50 เซนติเมตร	= 1600* 0.5	
ปริมาตรดินทั้งหมด	= 800	ลูกบาศก์เมตร /ไร่
ปริมาตรของเนื้อดินสุทธิ (50%)	= 400	ลูกบาศก์เมตร /ไร่
ปริมาตรของน้ำ (25%)	= 200	ลูกบาศก์เมตร /ไร่
ปริมาตรของอากาศ (25%)	= 200	ลูกบาศก์เมตร /ไร่
ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน	= 200 + 200 (น้ำ + อากาศ)	
	= 400	ลูกบาศก์เมตร /ไร่

ผลการศึกษาปริมาณน้ำในดินสะสมพบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณของน้ำในดินเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง สัปดาห์ที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2 ของปีถัดมา) รวมทั้งสิ้น 36 สัปดาห์ ซึ่งสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 17 เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีน้ำในดิน มีปริมาณน้ำในดินต่ำสุด คือ 0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ปริมาณน้ำในดินสูงสุดเท่ากับ 400 (เท่ากับความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน สัปดาห์ที่ 33 ถึง สัปดาห์ที่ 41) สัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยสูงสุดคือสัปดาห์ที่ 38 เท่ากับ 75.1 ลูกบาศก์เมตร/

ไร่ มีผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 74.4 ล้านลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 40 และ 39 เท่ากับ 73.6 และ 73.2 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ และมีผลรวม ตามลำดับ 71.3 และ 75.3 ล้านลูกบาศก์เมตร (ตาราง 4-3 และภาพ 4-2)

ผลการศึกษาปริมาณน้ำในดินสะสมของจังหวัดอุดรดิตถ์พบว่าปริมาณของน้ำในดินเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง สัปดาห์ที่ 3 (สัปดาห์ที่ 3 ของปีถัดมา) รวมทั้งสิ้น 37 สัปดาห์ ซึ่งสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 17 เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีน้ำในดิน มีปริมาณน้ำในดินต่ำสุด คือ 0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ปริมาณน้ำในดินสูงสุดเท่ากับ 400 (สัปดาห์ที่ 34 ถึง สัปดาห์ที่ 40) สัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยสูงสุดคือสัปดาห์ที่ 39 เท่ากับ 34.5 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 75.4 ล้านลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 38 และ 40 เท่ากับ 34.1 และ 32.7 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ และมีผลรวม ตามลำดับ 74.3 และ 71.3 ล้านลูกบาศก์เมตร (ตาราง 4-3 และภาพ 4-2)

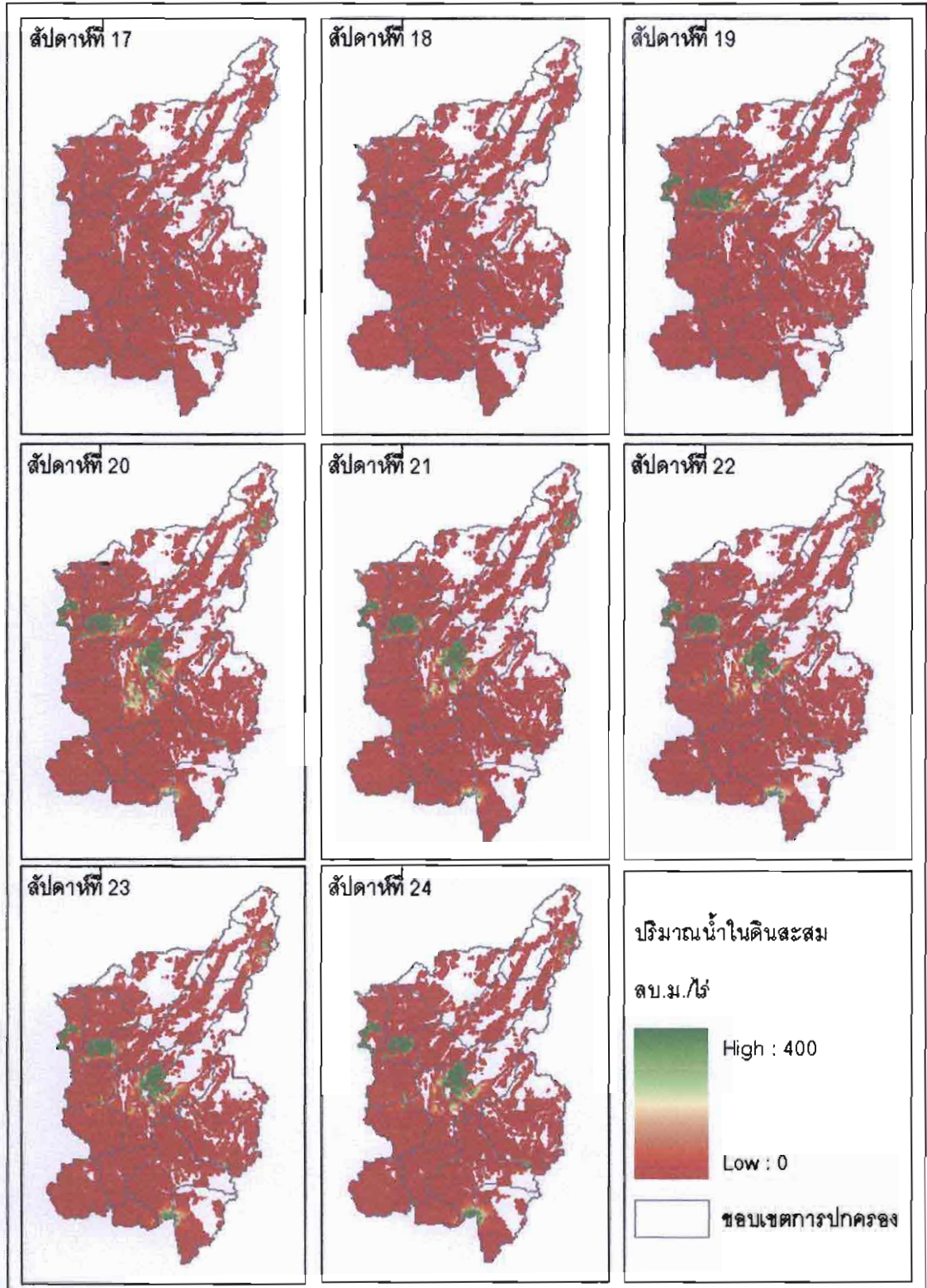
ตาราง 4-3 การกระจายของปริมาณน้ำในดินสะสมในพื้นที่เพาะปลูกสัปดาห์ต่าง ๆ

สัปดาห์	จังหวัดพิษณุโลก			จังหวัดอุดรดิตถ์		
	MAX*	MEAN*	SUM**	MAX*	MEAN*	SUM**
1	53.8	0.0	81,215.0	72.7	0.0	14,286.7
2	21.1	0.0	2,312.6	40.2	0.0	7,109.9
3	-	-	-	1.4	0.0	61.2
4 - 17	-	-	-	-	-	-
18	3.5	0.0	14.5	3.3	0.0	3.3
19	26.4	0.0	30,292.8	47.1	0.6	1,368,910.0

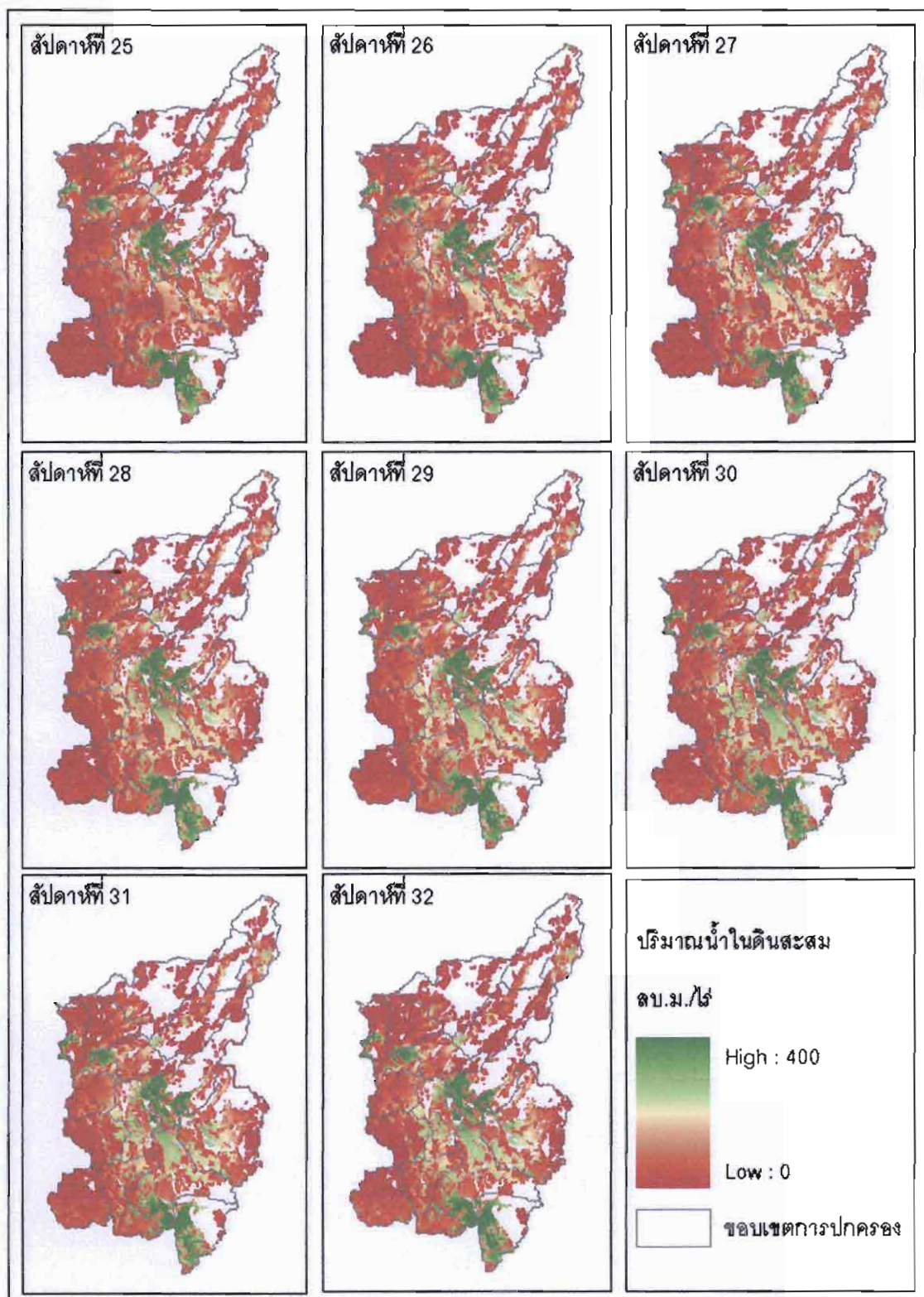
ตาราง 4-3 (ต่อ)

สัปดาห์	จังหวัดพิษณุโลก			จังหวัดอุตรดิตถ์		
	MAX*	MEAN*	SUM**	MAX*	MEAN*	SUM**
20	42.4	0.5	2,097,200.0	90.5	1.3	2,893,720.0
21	53.6	0.4	1,710,270.0	109.2	1.3	2,758,890.0
22	75.7	0.7	2,960,540.0	131.2	1.3	2,929,790.0
23	80.5	0.8	3,302,750.0	167.5	1.8	3,975,570.0
24	81.1	0.9	3,409,470.0	176.1	1.5	3,309,430.0
25	81.1	0.6	2,307,780.0	145.3	0.3	653,058.0
26	116.7	1.4	5,405,090.0	171.8	0.4	932,843.0
27	147.4	5.2	20,857,700.0	196.8	0.8	1,792,500.0
28	157.8	5.1	20,427,300.0	216.7	0.9	1,869,420.0
29	219.6	7.6	30,445,700.0	221.9	0.9	1,885,010.0
30	261.5	9.5	37,833,100.0	230.3	0.9	2,023,620.0
31	314.0	18.1	72,432,800.0	295.2	7.7	16,775,500.0
32	350.2	23.4	93,514,400.0	348.0	10.2	22,173,900.0
33	400.0	27.6	110,211,000.0	391.8	12.8	27,852,000.0
34	400.0	36.1	144,565,000.0	400.0	19.2	41,853,700.0
35	400.0	44.9	179,647,000.0	400.0	23.5	51,209,800.0
36	400.0	55.8	223,318,000.0	400.0	26.3	57,323,900.0
37	400.0	66.7	266,969,000.0	400.0	29.2	63,841,900.0
38	400.0	75.1	300,391,000.0	400.0	34.1	74,431,800.0
39	400.0	73.2	292,976,000.0	400.0	34.5	75,301,900.0
40	400.0	73.6	294,337,000.0	400.0	32.7	71,346,700.0
41	400.0	64.4	257,643,000.0	377.8	24.8	54,077,700.0
42	394.6	54.5	217,963,000.0	370.7	19.2	41,888,100.0
43	387.2	49.4	197,497,000.0	385.6	18.3	39,851,700.0
44	368.2	40.3	161,331,000.0	385.6	15.2	33,267,800.0
45	332.3	27.3	109,175,000.0	347.5	9.7	21,119,700.0
46	302.9	17.6	70,322,700.0	308.7	6.2	13,483,600.0
47	266.3	10.4	41,572,000.0	275.9	4.1	8,870,300.0
48	237.0	5.9	23,533,800.0	244.5	2.5	5,349,380.0
49	201.5	2.6	10,453,000.0	207.9	1.2	2,541,270.0
50	162.2	0.6	2,427,620.0	168.4	0.4	873,550.0
51	122.0	0.1	395,600.0	135.4	0.1	156,408.0
52	90.0	0.1	210,488.0	108.6	0.0	52,680.4

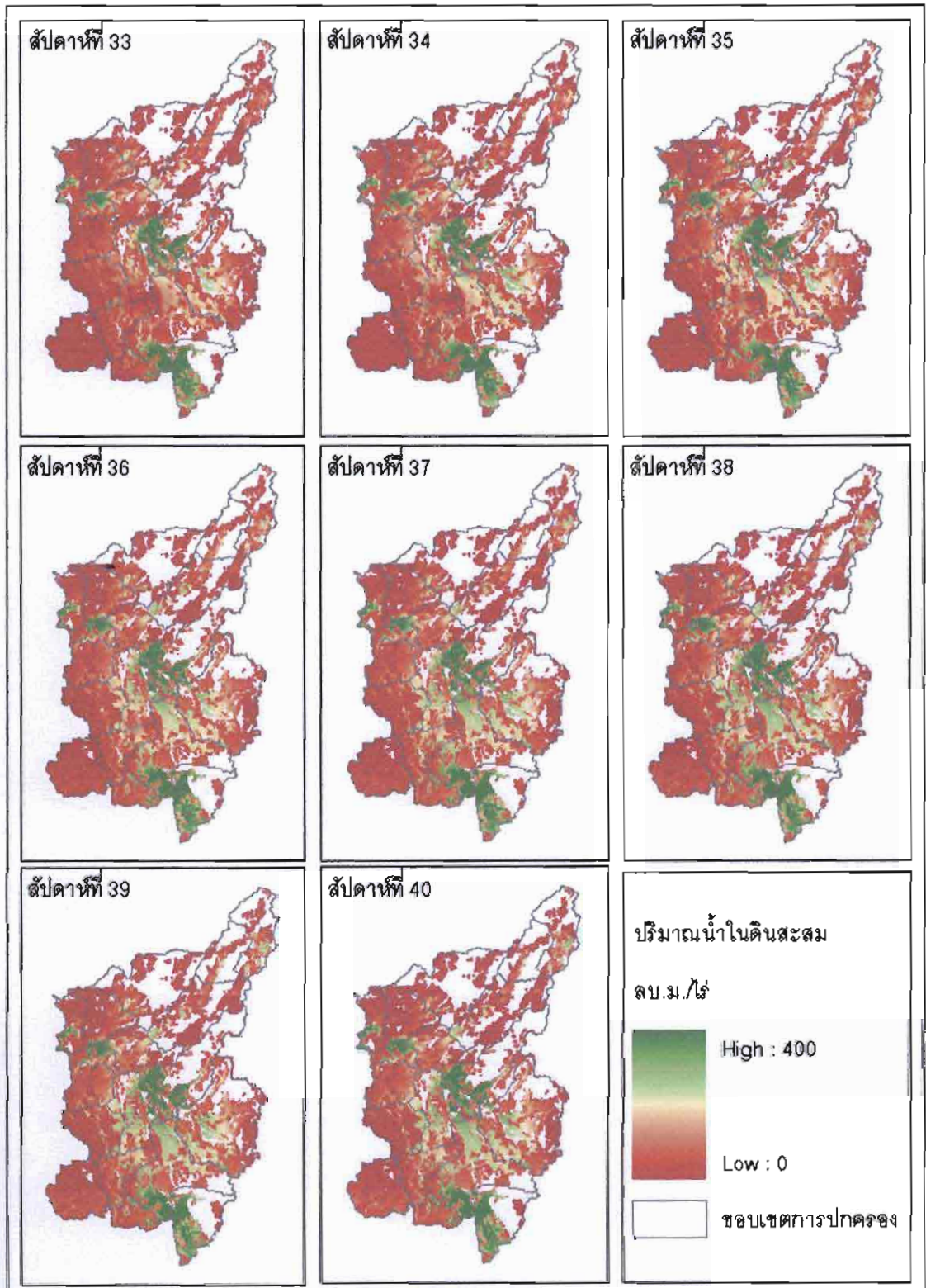
หมายเหตุ : * ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ** ลูกบาศก์เมตร/ปี



ภาพ 4-2 การกระจายตัวของปริมาณน้ำในดินสะสมรายสัปดาห์



ภาพ 4-2 การกระจายตัวของปริมาณน้ำในดินสะสมรายสัปดาห์ (ต่อ)



ภาพ 4-2 การกระจายตัวของปริมาณน้ำในดินสะสมรายสัปดาห์ (ต่อ)



ภาพ 4-2 การกระจายตัวของปริมาณน้ำในดินสะสมรายสัปดาห์ (ต่อ)

การศึกษานี้ได้กำหนดให้ปริมาณน้ำที่ดินในแต่ละสัปดาห์สามารถกักเก็บได้ไม่เกินความสามารถกักเก็บน้ำได้ของดิน โดยกำหนดให้ดินที่มีความลึกที่ 50 เซนติเมตร สามารถกักเก็บน้ำได้สูงสุดร้อยละ 50 ปริมาตรของดินทั้งหมด (คิดจากองค์ประกอบของดินที่ เนื้อดิน 50% น้ำ 25% อากาศ 25%) วิธีการคำนวณปริมาณน้ำในดินเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน ดังนี้

ปริมาตรดิน 1 ไร่ ที่ความลึก 50 เซนติเมตร = 1600×0.5 เมตร

ปริมาตรดินทั้งหมด = 800 ลูกบาศก์เมตร /ไร่

ปริมาตรของเนื้อดินสุทธิ (50%) = 400 ลูกบาศก์เมตร /ไร่

ปริมาตรของน้ำ (25%) = 200 ลูกบาศก์เมตร /ไร่

ปริมาตรของอากาศ (25%) = 200 ลูกบาศก์เมตร /ไร่

ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน = $200 + 200$ (น้ำ + อากาศ)

= 400 ลูกบาศก์เมตร /ไร่

*น้ำในดินเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน = $(\text{ปริมาณน้ำในดิน} \times 100) /$

ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

โดยที่ ความชื้นที่ 100 % = ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturation)

ความชื้นที่ 50 % = ความชื้นสนาม(Field Capacity: FC)

ความชื้นที่น้อยกว่า 25 % = จุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point: PWP)

น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Water Capacity: AWCA) = FC-PWP

AWCA = 25-50%

*หมายเหตุ: คัดแปลงจากการกักเก็บน้ำในสถานะต่าง ๆ ของ ยงยุทธ โอสดสภา (2541)

ดังนั้น ความชื้นที่ 100 % = 400 ลูกบาศก์เมตร/ไร่

ความชื้นที่ 50 % = 200 ลูกบาศก์เมตร/ไร่

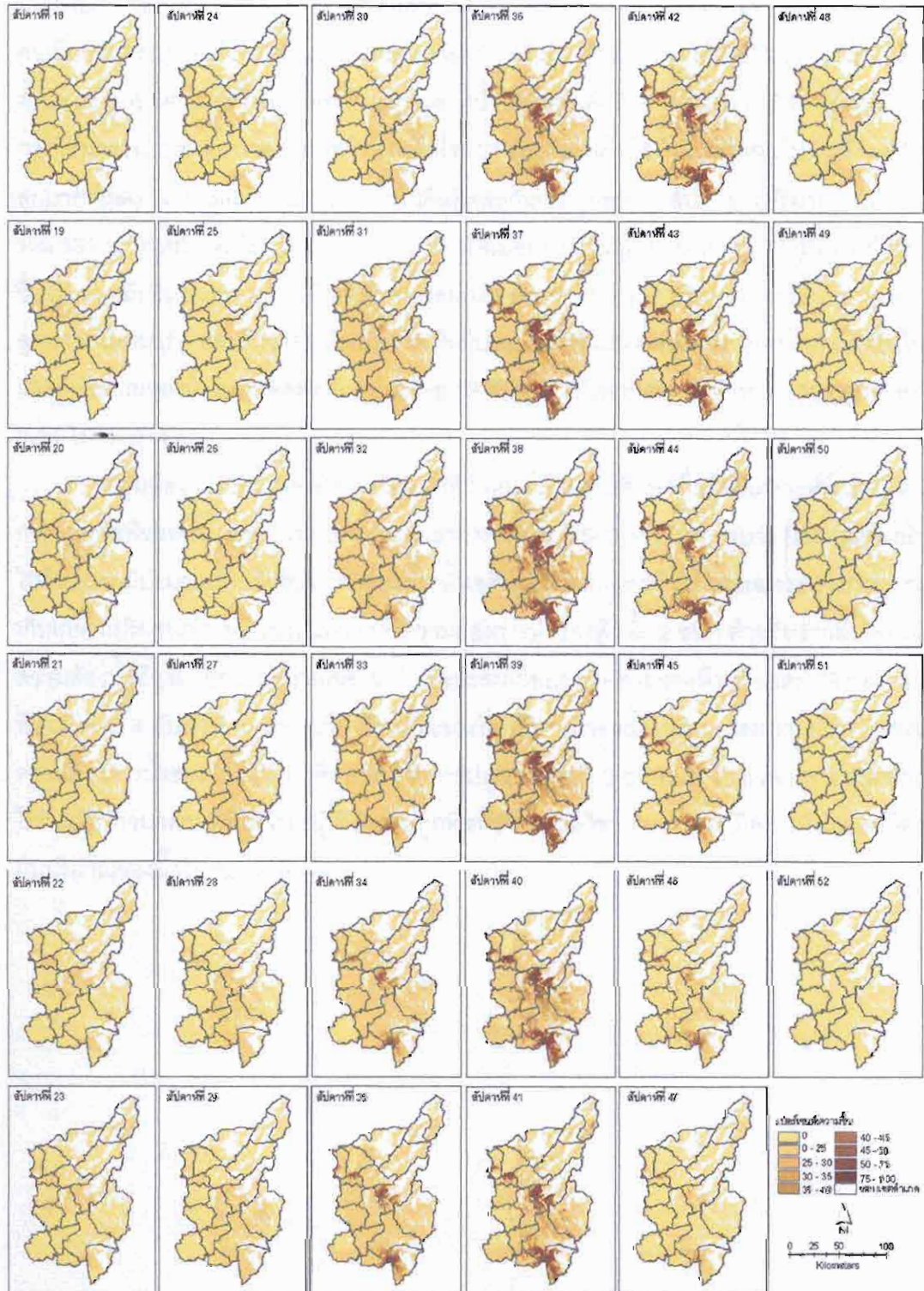
จุดเหี่ยวถาวร = < 100 ลูกบาศก์

เมตร/ไร่

น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช = 100 ถึง 200 ลูกบาศก์เมตร/ไร่

ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 2 จังหวัด ในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 25 เป็นช่วงที่มีความชื้นระดับจุดเหี่ยวถาวรทั่วไปส่วนปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืชจะเริ่มกระจายตัวตั้งแต่สัปดาห์ที่ 26 ถึงสัปดาห์ที่ 52 สำหรับสัปดาห์ที่ 28 ถึงสัปดาห์ที่ 46 มีความชื้นระดับความชื้นสนาม และในสัปดาห์ที่ 33 ถึงสัปดาห์ที่ 41 จะมีพื้นที่ที่มีความชื้นระดับดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งกระจายตาม

พื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านทิศใต้ของทั้ง 2 จังหวัด การกระจายตัวของปริมาณน้ำในดินสะสมเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นรายสัปดาห์ แสดงดังภาพ 4-3

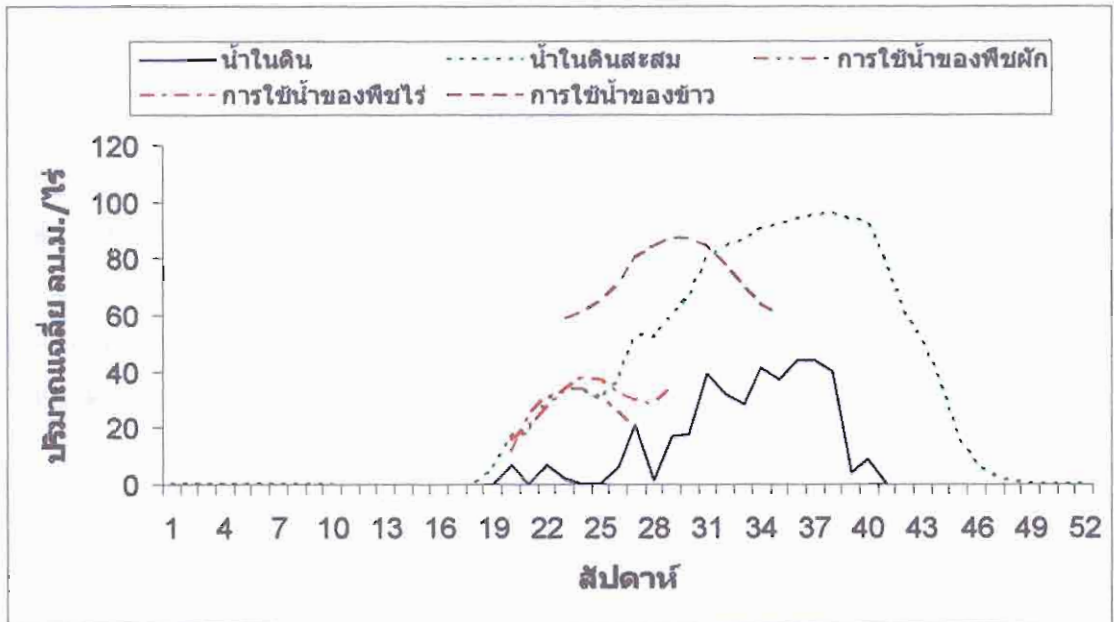


ภาพ 4-3 การกระจายตัวของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึงสัปดาห์ที่ 52

4.4.1.3 ความเหมาะสมปริมาณน้ำในดินต่อการปลูกพืช

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินต่อการปลูกพืชการครั้งนี้ได้แบ่งปริมาณของน้ำในดิน 4 ระดับตามปริมาณการใช้น้ำของพืช 4 ชนิด พืชผัก พืชไร่ ข้าวไร่ และข้าว ซึ่งเป็นปริมาณความต้องการน้ำของพืชเฉลี่ยต่อสัปดาห์ และกำหนดให้มีระยะเวลาที่มีปริมาณน้ำในดินต่อเนื่องจนครบอายุเก็บเกี่ยว ผลการศึกษา พบว่า พืชผัก (V) เริ่มปลูกได้เมื่อมีปริมาณน้ำในดินตั้งแต่ 26 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป และมีปริมาณของน้ำในดินติดต่อกันอย่างน้อย 8 สัปดาห์ (ปริมาณการใช้น้ำรวม 209 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) พืชไร่ (C) เริ่มปลูกได้เมื่อมีปริมาณน้ำในดินตั้งแต่ 33 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป และมีปริมาณของน้ำในดินติดต่อกันอย่างน้อย 10 สัปดาห์ (ปริมาณการใช้น้ำรวม 331 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) ข้าวไร่ (Ru) เริ่มปลูกได้เมื่อมีปริมาณน้ำในดินตั้งแต่ 73 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป และมีปริมาณของน้ำในดินติดต่อกันอย่างน้อย 12 สัปดาห์ (ปริมาณการใช้น้ำรวม 875 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) และข้าว (R) เริ่มปลูกได้เมื่อมีปริมาณน้ำในดินตั้งแต่ 167 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป และมีปริมาณของน้ำในดินติดต่อกันอย่างน้อย 12 สัปดาห์ (ปริมาณการใช้น้ำรวม 2000 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) (ตาราง 4-1)

ความต้องการใช้น้ำของพืช 3 ประเภทที่กำหนดไว้ในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์ตามปฏิทินการปลูกพืชพืชของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร. 2546, เว็บไซต์) พบว่า ปริมาณของน้ำในดินสะสมมีปริมาณที่ใกล้เคียงความต้องการน้ำเฉลี่ยของพืชผักและพืชไร่ โดยเฉพาะช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวมีปริมาณน้ำในดินสะสมมากกว่าความต้องการน้ำของพืชทั้ง 2 ชนิด สำหรับข้าวมีปริมาณความต้องการน้ำที่สูงมากกว่าปริมาณของน้ำในดินสะสมเกือบตลอดอายุของพืช (ร้อยละ 75 ของอายุพืช) มีเพียง 4 สัปดาห์ ก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นช่วงที่มีปริมาณของน้ำในดินสะสมมากกว่าปริมาณความต้องการน้ำของข้าว ผลการศึกษาพบว่าการปลูกพืชพืชทั้ง 3 ชนิด (คิดช่วงเวลาเพาะปลูกข้าวไร่ร่วมกับข้าวนาสวน) ที่ได้จากปฏิทินการปลูกพืชพืชของกรมวิชาการเกษตร มีความไม่สอดคล้องกับปริมาณของน้ำในดิน (ภาพ 4-4)



ภาพ 4-4 ฤดูปลูก และความต้องการน้ำของพืชผัก พืชไร่ และข้าว

จากพื้นที่เพื่อการเกษตรของจังหวัดพิษณุโลก 3,933,250 ไร่ พบว่ามีความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินที่สามารถรองรับการปลูกทั้ง 4 ประเภท พบว่า พืชผักเหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 ถึง 46 รวม 26 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผักมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 37 มีพื้นที่ 716,726 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 1,359,608 ไร่ (V+C+Ru+RI)) พืชไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21 ถึง 44 รวม 23 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่มากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 35 มีพื้นที่ 1,231,965 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 1,297,241 ไร่ (C+Ru+RI)) และข้าวไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 37 รวม 5 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 35 มีพื้นที่ 24,784 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 65,276 ไร่ (Ru+RI)) และข้าวเหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึงสัปดาห์ที่ 38 รวม 13 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 103,994 ไร่ จังหวัดพิษณุโลกมีความเหมาะสมรวมของพื้นที่ปลูกพืชผักที่สุดในสัปดาห์ที่ 35, 34 และ 36 คือ 1,513,281 ไร่, 1,491,927 ไร่ และ 1,480,409 ไร่ ตามลำดับ (ตาราง 4-4 และภาพ 4-5)

จากพื้นที่เพื่อการเกษตรของจังหวัดอุดรดิตถ์ 2,250,141 ไร่ พบว่ามีความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินที่สามารถรองรับการปลูกทั้ง 4 ประเภท พบว่า พืชผักเหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 19 ถึง 47 รวม 28 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผักมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 36 มีพื้นที่ 211,836 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 396,200 ไร่ (V+C+Ru+RI)) พืชไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 19 ถึง 45 รวม 26 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่มากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 309,458 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 328,202 ไร่ (C+Ru+RI)) และข้าวไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 36 รวม 4 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 5,516 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 18,744 ไร่ (Ru+RI)) และข้าวเหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 26 จนถึงสัปดาห์ที่ 35 รวม 13 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 18,067 ไร่ จังหวัดอุดรดิตถ์มีความเหมาะสมรวมของพื้นที่ปลูกพืชมากที่สุดภายในสัปดาห์ที่ 34, 35 และ 36 คือ 497,376 ไร่, 423,724 ไร่ และ 396,200 ไร่ ตามลำดับ (ตาราง 4-5 และภาพ 4-5)

ตาราง 4-4 ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อพื้นที่การปลูกพืชจังหวัดพิษณุโลก

WEEK	V	C	Ru	RI	TotalSuit	NonSuit
1-18	-	-	-	-	-	3,933,250
19	-	-	-	-	-	3,933,250
20	1,628	-	-	-	1,628	3,931,622
21	1,631	1	-	-	1,632	3,931,618
22	1,444	1,663	-	-	3,107	3,930,143
23	502	3,932	-	-	4,434	3,928,816
24	6	4,428	-	-	4,434	3,928,816
25	6	4,428	-	-	4,434	3,928,816
26	22,063	44,105	-	-	66,168	3,867,082
27	68,680	123,490	-	-	192,170	3,741,080
28	81,191	156,525	-	-	237,716	3,695,534
29	85,959	374,662	-	2,059	462,680	3,470,570
30	45,504	454,507	-	4,417	504,428	3,428,822
31	113,345	629,271	-	4,421	747,037	3,186,213
32	258,583	930,743	-	4,938	1,194,264	2,738,986
33	259,960	1,028,537	4,267	45,483	1,338,247	2,595,003
34	183,280	1,201,597	3,056	103,994	1,491,927	2,441,323
35	216,040	1,231,965	24,784	40,492	1,513,281	2,419,969
36	524,798	948,933	1,733	4,945	1,480,409	2,452,841
37	716,726	639,573	3	3,306	1,359,608	2,573,642
38	628,795	439,514	-	3,301	1,071,610	2,861,640
39	363,106	302,269	-	-	665,375	3,267,875
40	353,273	134,071	-	-	487,344	3,445,906
41	309,091	20,412	-	-	329,503	3,603,747
42	155,926	4,941	-	-	160,867	3,772,383
43	25,388	3,302	-	-	28,690	3,904,560
44	4,517	426	-	-	4,943	3,928,307
45	3,303	-	-	-	3,303	3,929,947
46	1,029	-	-	-	1,029	3,932,221
47	-	-	-	-	-	3,933,250
48-52	-	-	-	-	-	3,933,250

V = พื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผัก (ไร่) C = พื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่ (ไร่)

Ru = พื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวไร่ (ไร่) RI = พื้นที่เหมาะสมปลูกข้าว (ไร่)

N = พื้นที่ไม่เหมาะสมปลูกพืช (ไร่) Su = พื้นที่เหมาะสมปลูกพืชทั้ง 4 ชนิด (ไร่)

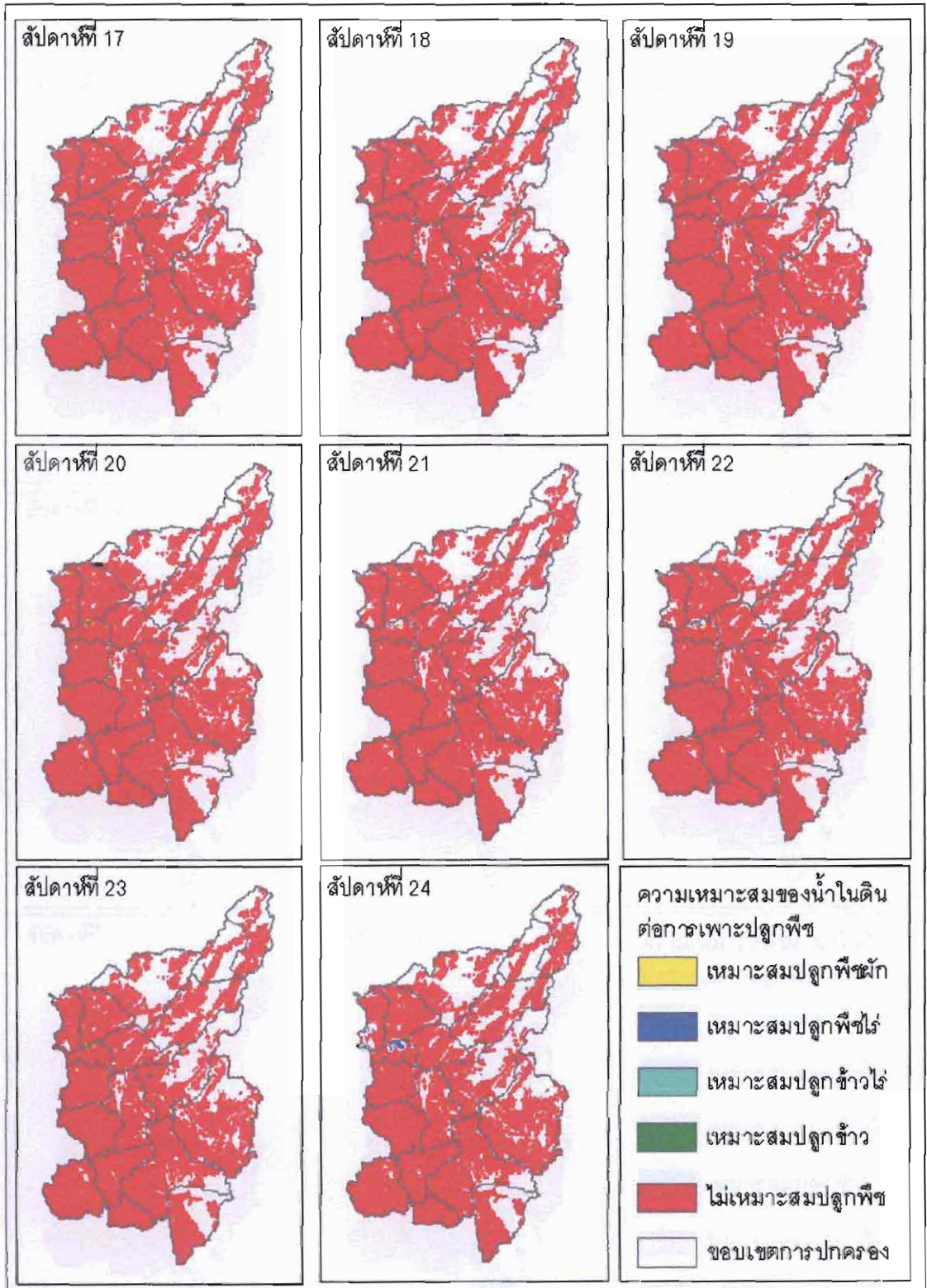
ตาราง 4-5 ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อพื้นที่การปลูกพืชจังหวัดอุดรดิตถ์

WEEK	V	C	Ru	RI	TotalSuit	NonSuit
1-18	-	-	-	-	-	2,250,141
19	1,130	304	-	-	1,434	2,248,707
20	4,879	1,448	-	-	6,327	2,243,814
21	4,124	2,208	-	-	6,332	2,243,809
22	4,266	2,325	-	-	6,591	2,243,550
23	4,235	2,376	-	-	6,611	2,243,530
24	4,226	2,387	-	-	6,613	2,243,528
25	4,226	2,387	-	-	6,613	2,243,528
26	5,868	6,625	-	2	12,495	2,237,646
27	9,217	16,801	-	177	26,195	2,223,946
28	7,094	21,875	-	181	29,150	2,220,991
29	7,319	23,478	-	233	31,030	2,219,111
30	6,676	26,730	-	245	33,651	2,216,490
31	75,544	84,160	-	271	159,975	2,090,166
32	79,056	207,878	-	305	287,239	1,962,902
33	86,360	248,769	168	2,240	337,537	1,912,604
34	169,174	309,458	5,516	13,228	497,376	1,752,765
35	136,122	268,536	999	18,067	423,724	1,826,417
36	211,836	178,510	122	5,732	396,200	1,853,941
37	190,481	129,465	-	934	320,880	1,929,261
38	106,249	95,300	-	243	201,792	2,048,349
39	78,807	62,097	-	170	141,074	2,109,067
40	69,757	31,885	-	-	101,642	2,148,499
41	56,033	12,660	-	-	68,693	2,181,448
42	38,373	1,160	-	-	39,533	2,210,608
43	15,735	394	-	-	16,129	2,234,012
44	1,551	188	-	-	1,739	2,248,402
45	716	178	-	-	894	2,249,247
46	194	-	-	-	194	2,249,947
47	180	-	-	-	180	2,249,961
48-52	-	-	-	-	-	2,250,141

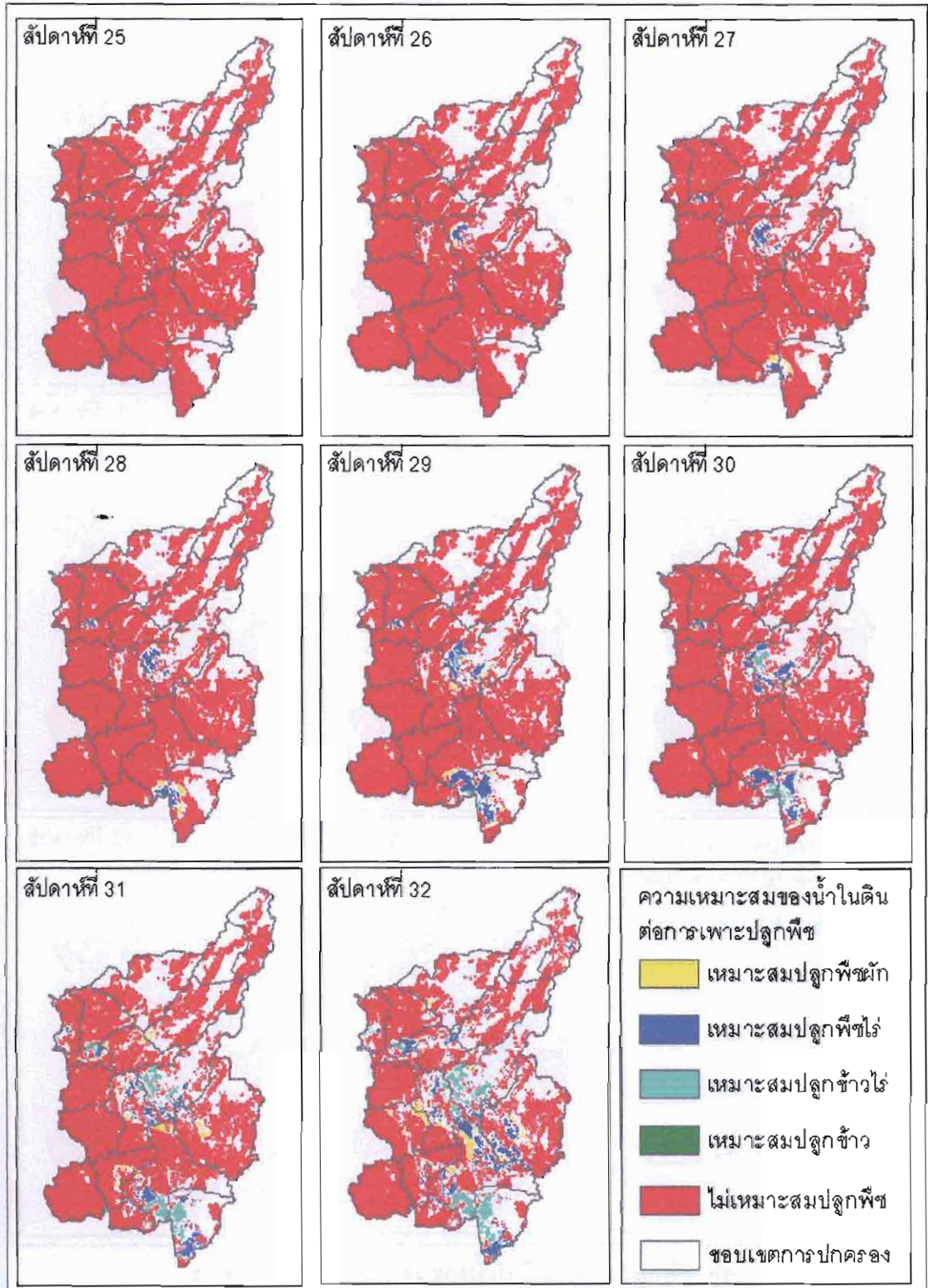
V = พื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผัก (ไร่) C = พื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่ (ไร่)

Ru = พื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวไร่ (ไร่) RI = พื้นที่เหมาะสมปลูกข้าว (ไร่)

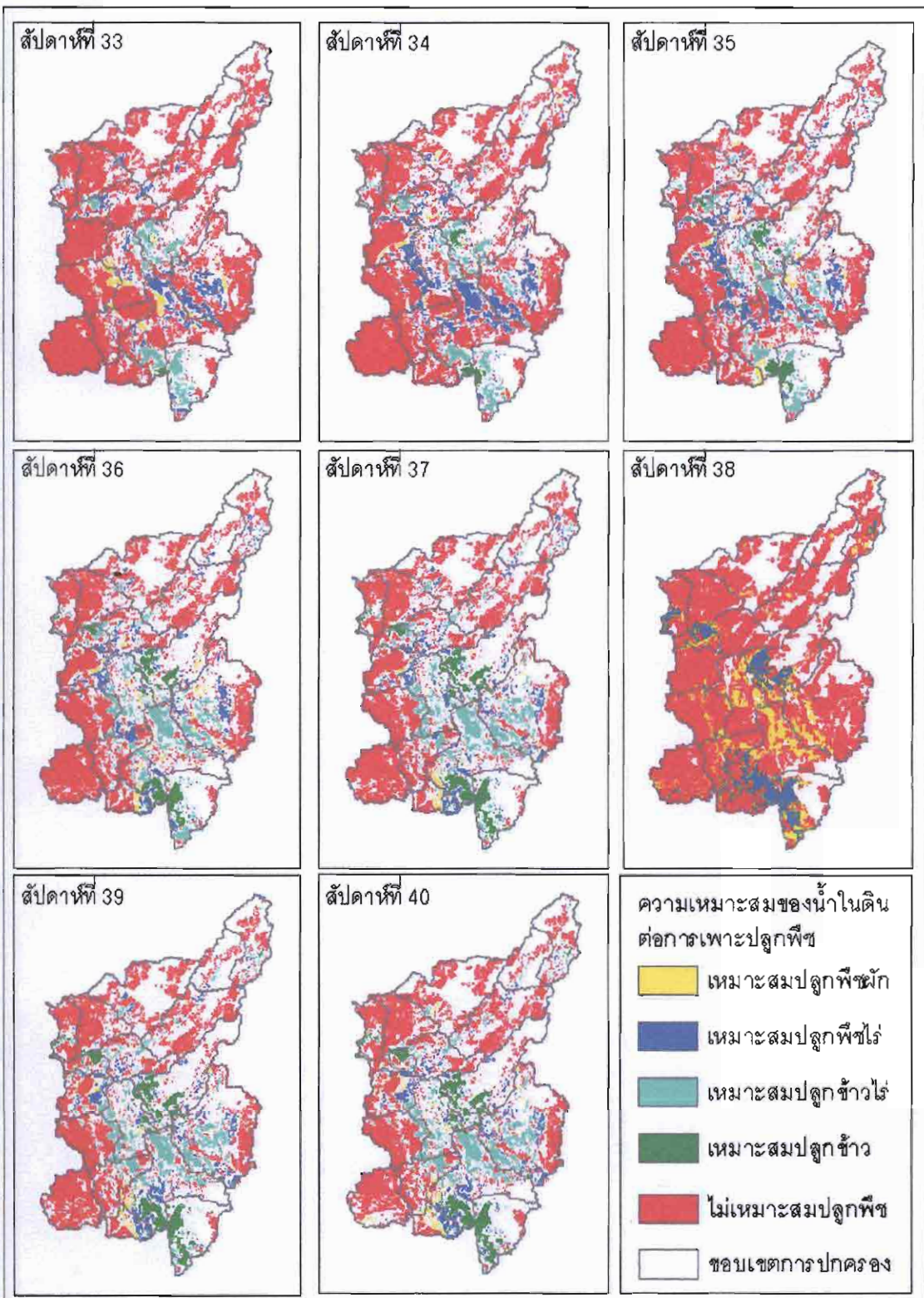
N = พื้นที่ไม่เหมาะสมปลูกพืช (ไร่) Su = พื้นที่เหมาะสมปลูกพืชทั้ง 4 ชนิด (ไร่)



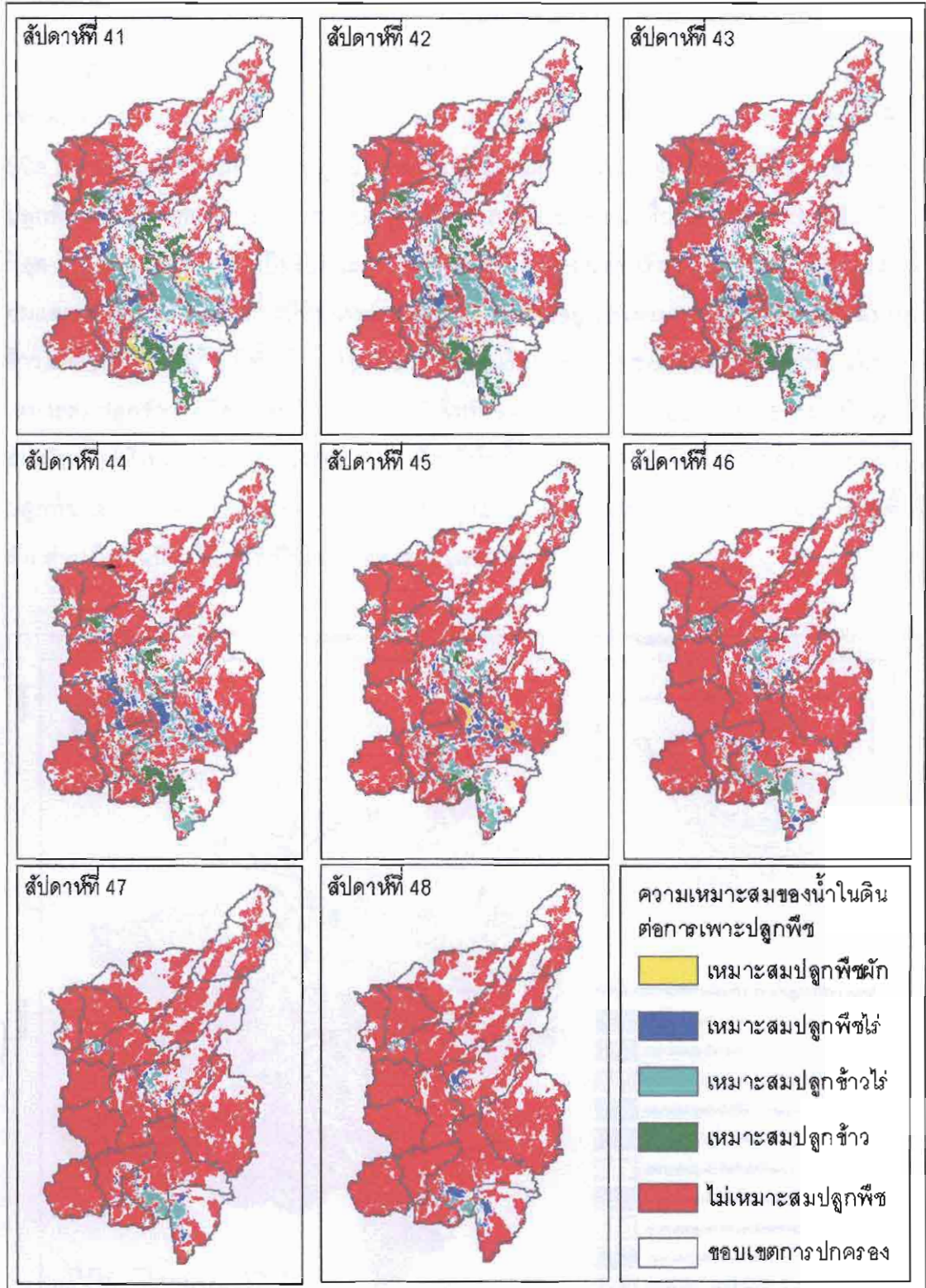
ภาพ 4-5 ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อการปลูกพืช



ภาพ 4-5 ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อการปลูกพืช (ต่อ)



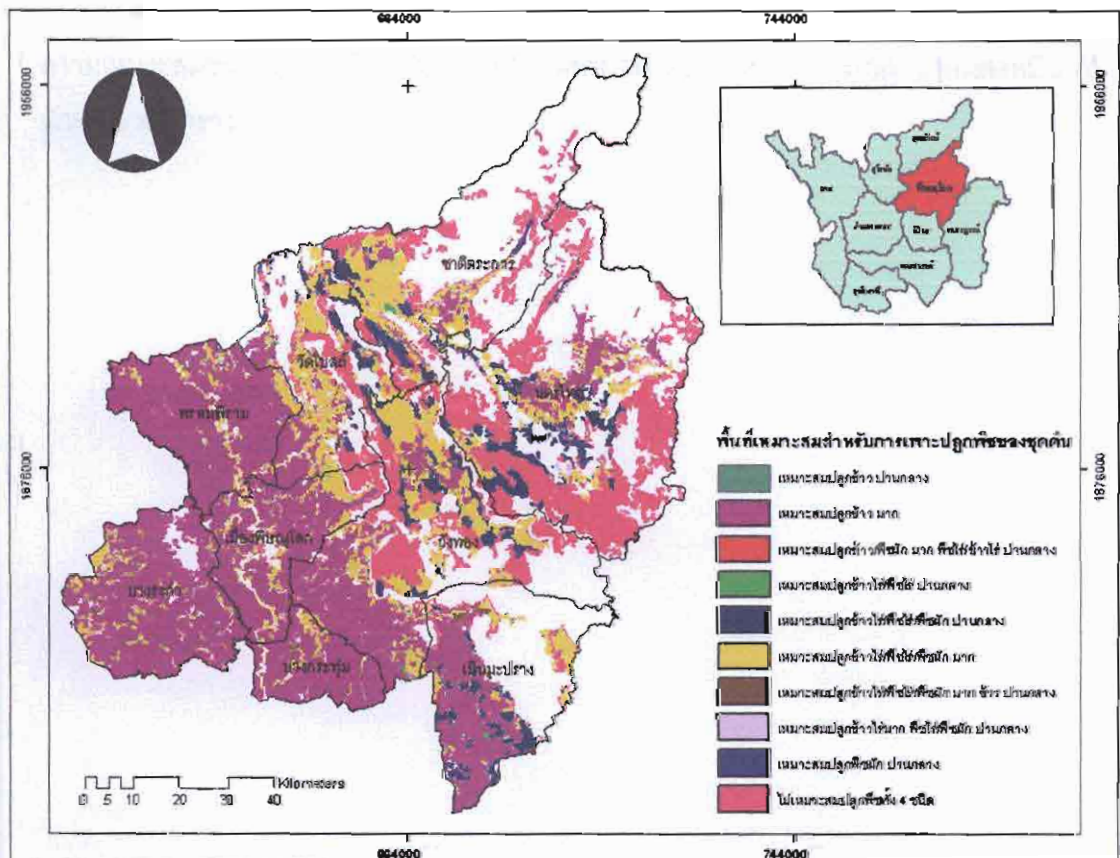
ภาพ 4-5 ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อการปลูกพืช (ต่อ)



ภาพ 4-5 ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อการปลูกพืช (ต่อ)

4.4.1.4 ความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืชพืช

เมื่อนำปริมาณของน้ำในดินมาหาวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงพื้นที่ร่วมกับความเหมาะสมของดินของโปรแกรม Soil View จัดทำขึ้นโดยกรมพัฒนาที่ดิน คัดเลือกเอาดินที่เหมาะสมกับพืช 4 ชนิด คือ ดินที่เหมาะสมกับการปลูกข้าว ดินที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวไร่ ดินที่เหมาะสมกับการปลูกพืชไร่ และดินที่เหมาะสมกับการปลูกพืชผัก ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวมีมากที่สุด คือ 2,706,120 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 43.8 ของพื้นที่ปลูกพืช ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณลุ่มแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีโครงการชลประทานตั้งอยู่ รองลงมาเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชผักมาก มีพื้นที่ 1,148,488 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 18.6 ของพื้นที่การปลูกพืช และพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชผักปานกลางมีพื้นที่ 591,040 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.6 ของพื้นที่ปลูกพืช สำหรับพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมปลูกพืชทั้ง 4 ชนิด มีพื้นที่ 1,501,111 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 24 ของพื้นที่ปลูกพืช (ตาราง 4-6) ปรากฏอยู่บริเวณที่เป็นที่สูงและภูเขาทางทิศเหนือของทั้ง 2 จังหวัดซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ป่าไม้ และเป็นสถานที่ตั้งของชุมชน (ภาพ 4-6)



ภาพ 4-6 พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชแต่ละชนิด



ตาราง 4-6 เนื้อที่ของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช

ความเหมาะสม	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
เหมาะสมปลูกข้าว/ข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	2,084	0.03
เหมาะสมปลูกข้าว/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	11,560	0.19
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	631	0.01
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	2,120	0.03
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	2,706,120	43.76
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	9,742	0.16
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	2,297	0.04
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	2,680	0.04
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	1,148,488	18.57
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	1,588	0.03
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	591,040	9.56
เหมาะสมปลูกข้าวไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	68,071	1.10
เหมาะสมปลูกพืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่/พืชไร่ปานกลาง	135,858	2.20
ไม่เหมาะสมปลูกพืช	1,501,111	24.28

ผลการศึกษาความเหมาะสมของน้ำในดินและความเหมาะสมของดิน พบว่าจากระดับของความเหมาะสมของทั้ง 2 ปัจจัย มาวิเคราะห์ทำให้สามารถแบ่งลักษณะความเหมาะสมออกเป็น 70 ลักษณะ ดังตาราง 4-7

ตาราง 4-7 ลักษณะความเหมาะสมของน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช

[illegible]



ผลการศึกษาพบว่าลักษณะความเหมาะสมที่ 1 ถึง 55 เป็นลักษณะที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชจากปัจจัยของน้ำในดินและคุณสมบัติของดินที่เอื้อต่อการเพาะปลูก ลักษณะที่ 14, 28, 42 และลักษณะที่ 56 ปัจจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช และลักษณะที่ 57 ถึง 69 ปัจจัยเกี่ยวกับน้ำในดินมีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช สำหรับลักษณะที่ 70 นั้นพบว่าทั้งน้ำในดินและคุณสมบัติของดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช

ผลการศึกษาพบว่า จังหวัดพิษณุโลกเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผักตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 ถึง 46 รวม 26 สัปดาห์ พืชไร่น่าเหมาะต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 22 ถึง 44 รวม 22 สัปดาห์ ข้าวไร่น่าเหมาะต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 37 รวม 5 สัปดาห์ และข้าวที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึงสัปดาห์ที่ 38 รวม 9 สัปดาห์ สัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช (รวมทั้ง 3 พืช) มากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 35 มีเนื้อที่ 1,380,076 ไร่ รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 34 และ 36 มีเนื้อที่ 1,357,386 ไร่ และ 1,349,421 ไร่ ตามลำดับ (ตาราง 4-8 และภาพ 4-7) จังหวัดอุตรดิตถ์เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผักตั้งแต่สัปดาห์ที่ 19 ถึง 47 รวม 28 สัปดาห์ พืชไร่น่าเหมาะต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 ถึง 45 รวม 26 สัปดาห์ ข้าวไร่น่าเหมาะต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 36 รวม 4 สัปดาห์ และข้าวที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึงสัปดาห์ที่ 39 รวม 10 สัปดาห์ สัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช (รวมทั้ง 3 พืช) มากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีเนื้อที่ 469,820 ไร่ รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 35 และ 36 มีเนื้อที่ 394,005 ไร่ และ 369,048 ไร่ ตามลำดับ (ตาราง 4-9 และภาพ 4-7)



ตาราง 4-8 เนื้อที่ของประเภทความเหมาะสมของน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช จ.พิษณุโลก

ประเภท	week 1-18	week 19	week 20	week 21	week 22	week 23	week 24
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	28.00	28.00	197.00	6.00	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	1,202.00	107.00	-
9	-	-	13.00	13.00	10.00	7.00	2.00
10	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	1,587.00	1,587.00	35.00	381.00	3.00
12	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	52.00	275.00	281.00
20	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	1.00	1,826.00	1,933.00
23	-	-	-	-	18.00	31.00	36.00
24	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	1,587.00	1,795.00	2,173.00
26	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-
รวม	-	-	1,628.00	1,628.00	3,102.00	4,428.00	4,428.00

ตาราง 4-8 (ต่อ)

ประเภท	week 32	week 33	Week 34	week 35	week 36	week 37
1	-	-	-	-	-	-
2	-	256.00	2,083.00	1,580.00	576.00	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	81,025.00	105,577.00	67,776.00	64,523.00	153,886.00	162,035.00
6	1,202.00	1,205.00	7.00	316.00	352.00	1,726.00
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	105,779.00	96,355.00	41,963.00	68,536.00	197,337.00	306,865.00
10	1.00	-	-	-	1.00	1.00
11	28,298.00	24,366.00	21,487.00	21,981.00	66,223.00	140,461.00
12	-	-	-	-	-	4.00
13	9,968.00	2,439.00	2,771.00	6,351.00	17,101.00	25,485.00
15	-	-	-	-	-	-
16	-	-	133.00	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-
19	315,455.00	338,176.00	410,121.00	429,972.00	353,110.00	317,008.00
20	7,294.00	7,294.00	8,499.00	8,526.00	8,565.00	7,693.00
21	-	-	-	-	-	-
22	67.00	27.00	26.00	29.00	67.00	67.00
23	361,483.00	387,326.00	460,475.00	481,956.00	378,300.00	234,656.00
24	-	1.00	1.00	1.00	-	-
25	165,812.00	177,142.00	199,763.00	197,347.00	144,370.00	61,248.00
26	37.00	37.00	26.00	37.00	37.00	33.00
27	25,214.00	34,255.00	37,187.00	33,665.00	22,818.00	10,702.00
29	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-
33	-	234.00	33.00	14,432.00	89.00	-
34	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-
37	-	372.00	809.00	9,997.00	1,644.00	3.00
38	-	-	-	-	-	-
39	-	3,561.00	295.00	343.00	-	-
40	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-
47	281.00	15,540.00	48,562.00	19,144.00	283.00	255.00
48	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-
50	2,424.00	2,464.00	2,465.00	2,462.00	2,424.00	2,424.00
51	56.00	24,260.00	49,230.00	16,304.00	59.00	40.00
52	-	-	-	-	-	-
53	2,176.00	3,207.00	3,658.00	2,571.00	2,177.00	587.00
54	-	-	11.00	-	-	-
55	-	2.00	5.00	3.00	2.00	-
รวม	1,106,572.00	1,224,096.00	1,357,386.00	1,380,076.00	1,349,421.00	1,271,293.00



ตาราง 4-8 (ต่อ)

ประเภท	week 38	week 39	week 40	week 41	week 42	week 43
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	129,237.00	142,408.00	169,218.00	186,993.00	111,327.00	9,494.00
6	2,020.00	4,737.00	5,606.00	3,000.00	2,448.00	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	5.00	42.00	67.00	25.00
9	279,593.00	137,672.00	146,889.00	107,453.00	40,489.00	14,269.00
10	-	-	-	-	-	-
11	144,249.00	57,720.00	25,628.00	10,939.00	1,532.00	1,594.00
12	6.00	10.00	33.00	23.00	-	-
13	21,978.00	12,419.00	3,892.00	406.00	2.00	3.00
15	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-
19	242,723.00	179,149.00	91,566.00	5,693.00	283.00	255.00
20	7,372.00	2,956.00	2,068.00	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-
22	67.00	2,491.00	2,486.00	2,449.00	2,424.00	2,424.00
23	162,358.00	106,578.00	34,299.00	10,088.00	57.00	37.00
24	22,705.00	10,852.00	-	-	-	-
25	31.00	23.00	3,596.00	2,177.00	2,176.00	586.00
26	3,144.00	15.00	-	-	-	-
27	1,114.00	205.00	3.00	3.00	1.00	-
29	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-
47	255.00	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-
50	2,424.00	-	-	-	-	-
51	36.00	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-
53	586.00	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-
รวม	1,019,898.00	657,235.00	485,289.00	329,266.00	160,806.00	28,687.00



ตาราง 4-8 (ต่อ)

ประเภท	week 44	week 45	week 46	week 47	week 48-52
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	283.00	255.00	17.00	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	2,011.00	2,424.00	994.00	-	-
9	44.00	38.00	18.00	-	-
10	-	-	-	-	-
11	2,177.00	586.00	-	-	-
12	-	-	-	-	-
13	2.00	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-
22	413.00	-	-	-	-
23	13.00	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-
รวม	4,943.00	3,303.00	1,029.00	-	-



ตาราง 4-9 เนื้อที่ของประเภทความเหมาะสมของน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช จ. อุดรดิตถ์

ประเภท	week 1-18	week 19	week 20	week 21	week 22	week 23	week 24
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	74.00	511.00	511.00	605.00	605.00	603.00
6	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	41.00	-	-
9	-	554.00	2,104.00	1,652.00	1,648.00	1,652.00	1,648.00
10	-	-	-	-	-	-	-
11	-	501.00	2,245.00	1,939.00	1,947.00	1,948.00	1,946.00
12	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	80.00	84.00	87.00
20	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	41.00	41.00
23	-	62.00	1,052.00	1,504.00	1,518.00	1,520.00	1,524.00
24	-	-	-	-	-	-	-
25	-	240.00	392.00	698.00	712.00	715.00	717.00
26	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-
รวม	-	1,431.00	6,315.00	6,315.00	6,562.00	6,576.00	6,577.00

ตาราง 4-9 (ต่อ)

ประเภท	week 25	week 26	week 27	week 28	week 29	week 30	week 31
1	-	-	-	-	-	-	-
2	10.00	72.00	41.00	38.00	44.00	34.00	694.00
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	1.00
5	603.00	1,313.00	1,541.00	1,573.00	1,472.00	1,326.00	7,111.00
6	-	-	16.00	32.00	14.00	-	13.00
7	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-
9	1,648.00	2,260.00	1,723.00	1,412.00	1,510.00	1,571.00	33,533.00
10	-	-	-	-	-	-	-
11	1,946.00	2,190.00	5,339.00	3,849.00	3,958.00	3,499.00	31,989.00
12	-	-	-	-	-	1.00	72.00
13	1.00	1.00	14.00	15.00	57.00	11.00	1,375.00
15	-	-	-	-	-	-	-
16	-	7.00	98.00	102.00	102.00	123.00	669.00
17	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-
19	87.00	727.00	2,741.00	3,316.00	4,098.00	4,639.00	18,222.00
20	-	-	-	-	96.00	110.00	121.00
21	-	-	-	-	-	-	-
22	41.00	41.00	41.00	41.00	-	-	-
23	1,524.00	3,488.00	7,469.00	7,928.00	8,344.00	9,560.00	34,235.00
24	-	-	-	-	-	-	-
25	717.00	2,321.00	6,273.00	9,918.00	10,157.00	11,381.00	29,132.00
26	-	-	-	-	-	-	21.00
27	-	1.00	1.00	1.00	17.00	82.00	122.00
29	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	3.00	4.00	9.00
48	-	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	41.00	41.00	41.00
51	-	-	-	-	8.00	10.00	18.00
52	-	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	179.00	187.00	197.00
54	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-
รวม	6,577.00	12,421.00	25,297.00	28,225.00	30,100.00	32,579.00	157,575.00

ตาราง 4-9 (ต่อ)

ประเภท	week 32	week 33	week 34	week 35	week 36	week 37
1	10.00	10.00	-	20.00	1,463.00	10.00
2	881.00	1,557.00	2,488.00	1,166.00	-	655.00
3	99.00	410.00	-	91.00	-	419.00
4	-	-	-	-	-	-
5	8,918.00	9,092.00	37,906.00	20,119.00	34,975.00	33,642.00
6	50.00	50.00	-	-	14.00	50.00
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	4.00	-	144.00	144.00
9	28,004.00	34,833.00	66,156.00	55,133.00	76,949.00	74,272.00
10	1.00	-	-	2.00	6.00	6.00
11	38,625.00	33,507.00	38,595.00	45,030.00	70,899.00	60,496.00
12	102.00	145.00	128.00	136.00	112.00	94.00
13	1,252.00	1,327.00	1,239.00	1,665.00	3,371.00	3,049.00
15	-	-	10.00	10.00	10.00	-
16	1,666.00	2,178.00	1,866.00	1,891.00	1,587.00	1,293.00
17	1.00	1.00	420.00	420.00	47.00	1.00
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	33,533.00	39,561.00	55,314.00	48,361.00	32,905.00	25,412.00
20	138.00	138.00	188.00	188.00	174.00	138.00
21	-	-	-	-	-	-
22	-	-	144.00	144.00	-	-
23	85,528.00	95,519.00	122,921.00	110,913.00	80,282.00	57,195.00
24	-	6.00	6.00	4.00	-	-
25	81,475.00	103,792.00	119,297.00	86,959.00	59,265.00	43,016.00
26	150.00	173.00	151.00	102.00	65.00	17.00
27	1,912.00	2,919.00	4,323.00	3,099.00	1,145.00	327.00
29	-	-	-	-	-	-
30	-	-	66.00	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-
33	-	1.00	2,321.00	380.00	1.00	-
34	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-
37	-	117.00	2,764.00	534.00	121.00	-
38	-	-	-	-	-	-
39	-	43.00	344.00	83.00	-	-
40	-	1.00	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-
44	-	-	70.00	57.00	-	-
45	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-
47	12.00	145.00	2,263.00	2,619.00	311.00	13.00
48	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-
50	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00
51	26.00	1,336.00	6,041.00	6,416.00	3,069.00	612.00
52	-	-	-	-	-	-
53	213.00	690.00	4,749.00	8,419.00	2,294.00	262.00
54	-	-	-	-	-	-
55	-	1.00	4.00	2.00	-	-
รวม	282,638.00	327,594.00	469,820.00	394,005.00	369,048.00	301,165.00

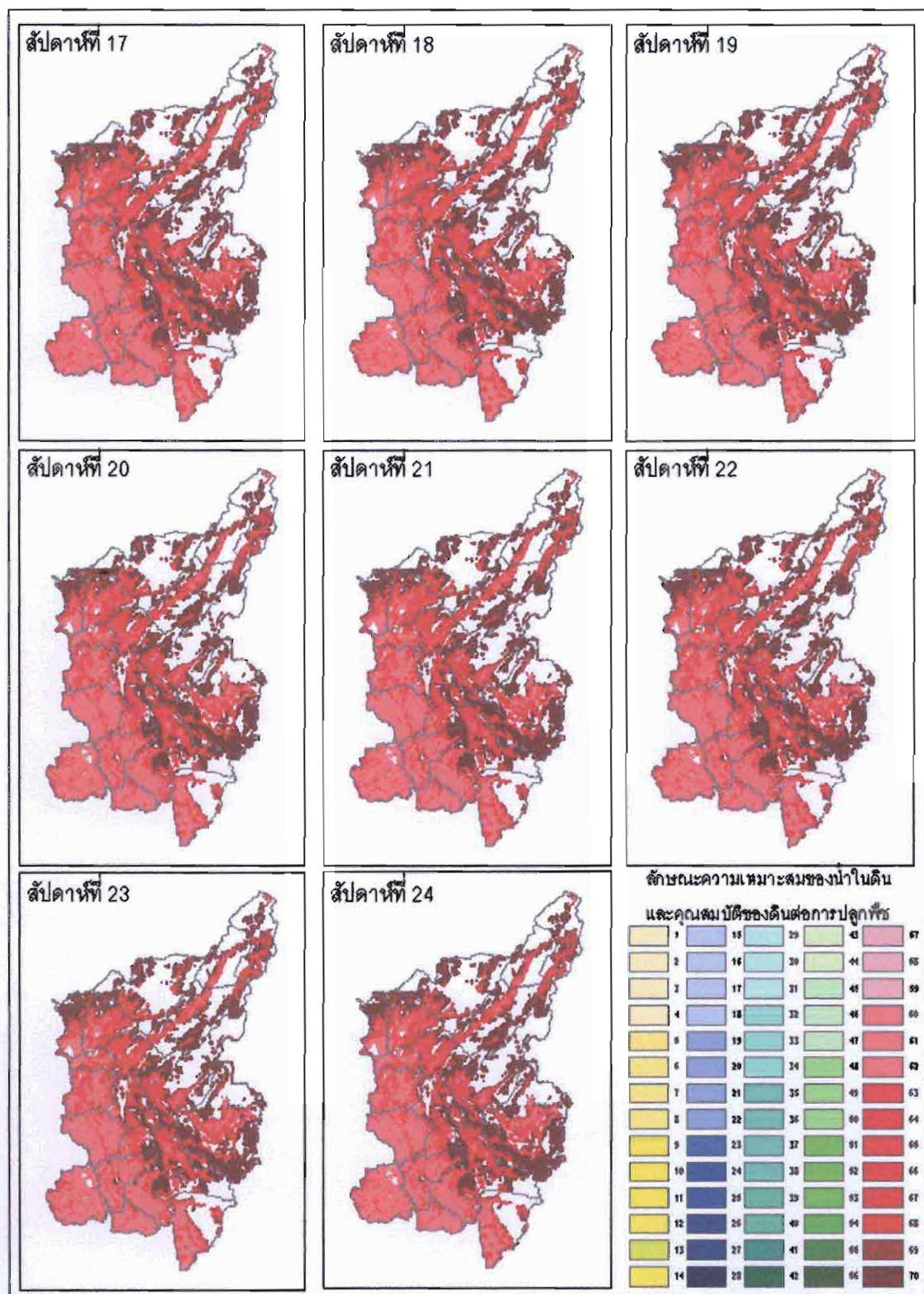
ตาราง 4-9 (ต่อ)

ประเภท	week 38	week 39	week 40	week 41	week 42	week 43
1	10.00	-	-	-	-	-
2	1,103.00	1,119.00	699.00	248.00	118.00	22.00
3	248.00	-	1.00	1.00	-	-
4	1.00	1.00	-	-	-	-
5	19,112.00	14,689.00	13,694.00	11,340.00	7,392.00	2,230.00
6	51.00	78.00	114.00	64.00	35.00	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	50,423.00	38,176.00	31,676.00	24,331.00	15,213.00	5,566.00
10	-	-	-	-	-	-
11	32,353.00	23,389.00	22,530.00	19,057.00	14,875.00	7,393.00
12	70.00	42.00	2.00	-	-	-
13	1,258.00	361.00	35.00	15.00	14.00	4.00
15	-	-	-	-	-	-
16	590.00	239.00	96.00	3.00	-	-
17	1.00	1.00	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-
19	17,879.00	11,971.00	5,591.00	1,635.00	14.00	13.00
20	137.00	60.00	24.00	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-
22	-	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00
23	40,433.00	25,903.00	11,642.00	4,710.00	792.00	73.00
24	-	-	-	-	-	-
25	57,296.00	33,492.00	13,808.00	5,975.00	303.00	262.00
26	-	8.00	-	-	-	-
27	2,077.00	-	13.00	3.00	-	-
29	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-
47	12.00	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-
50	41.00	-	-	-	-	-
51	1.00	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-
53	184.00	170.00	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-
รวม	197,464.00	138,715.00	99,966.00	67,423.00	38,797.00	15,604.00

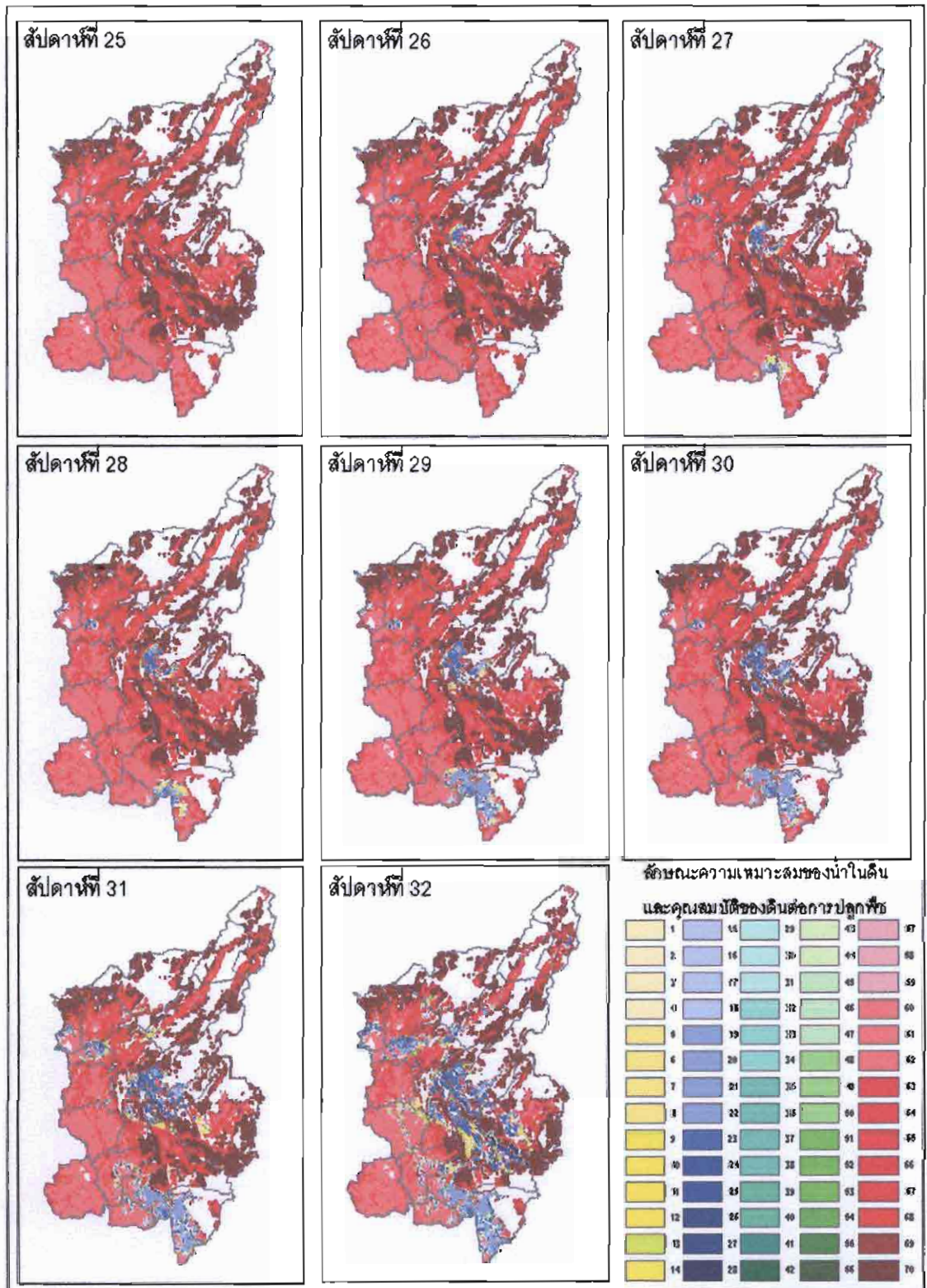


ตาราง 4-9 (ต่อ)

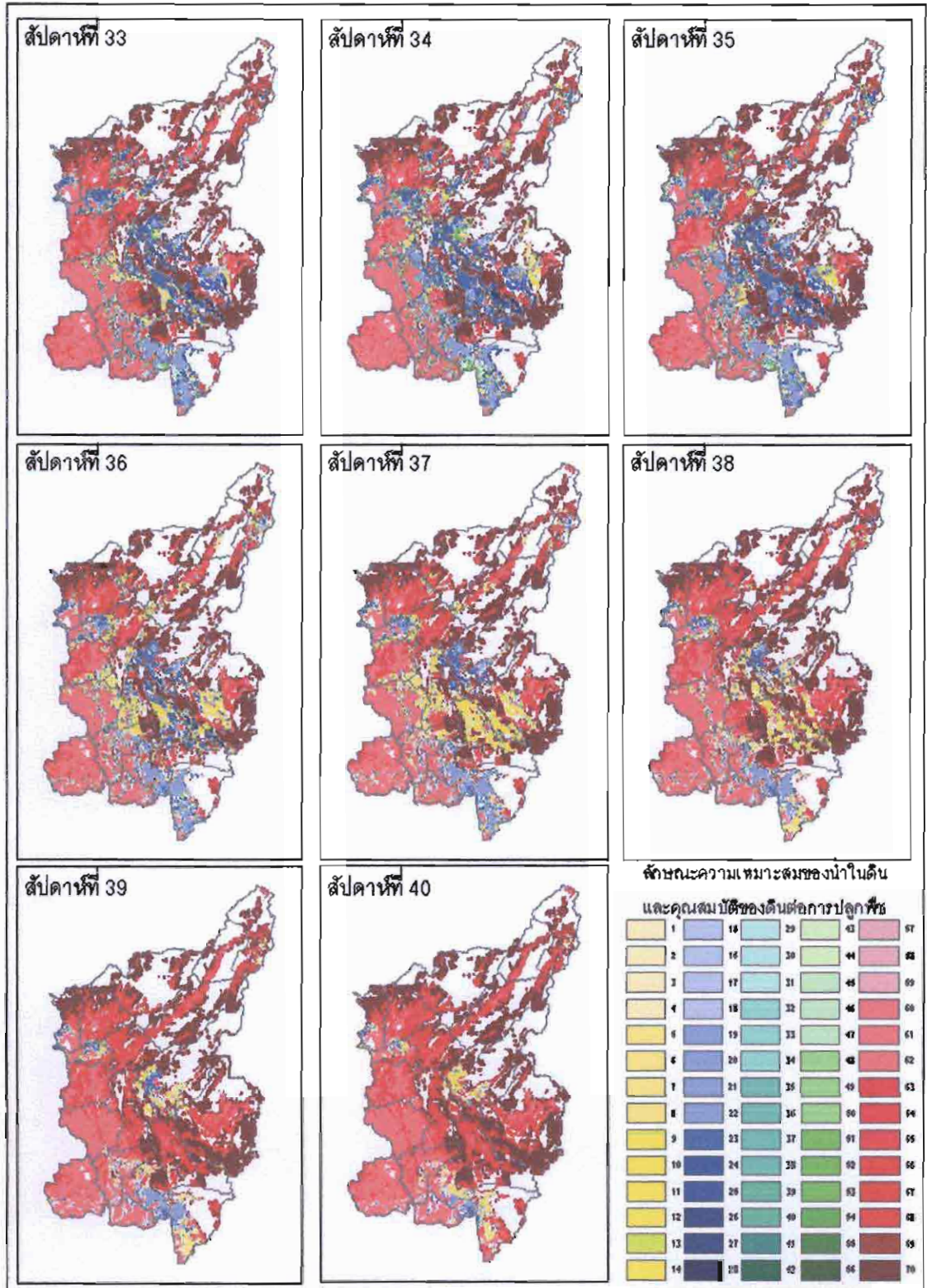
ประเภท	week 44	week 45	week 46	week 47	week 48-52
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	41.00	13.00	7.00	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	41.00	41.00	-	-	-
9	1,149.00	571.00	1.00	-	-
10	-	-	-	-	-
11	310.00	84.00	184.00	178.00	-
12	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-
19	2.00	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-
25	184.00	178.00	-	-	-
26	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-
53	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-
รวม	1,727.00	887.00	192.00	178.00	-



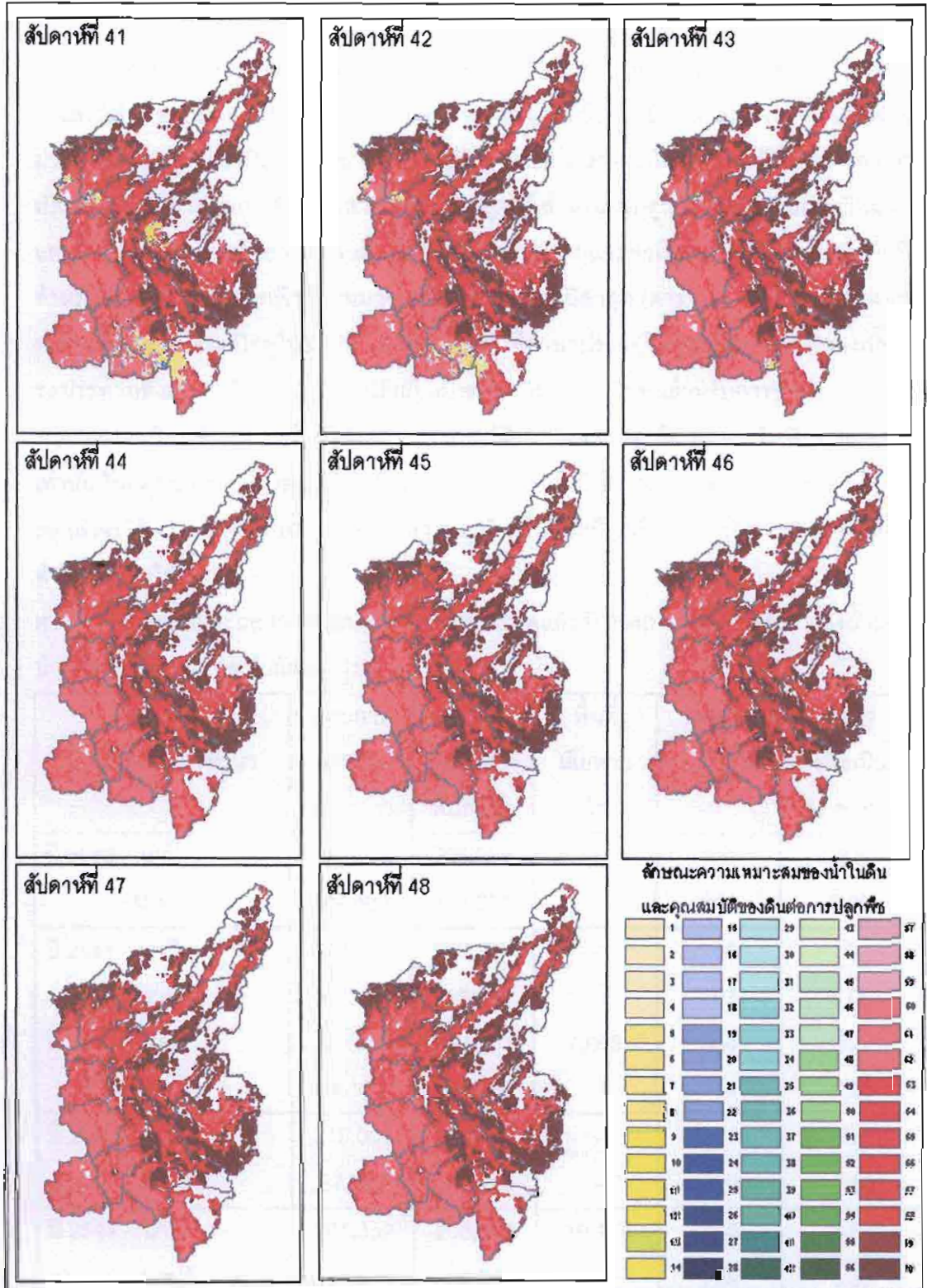
ภาพ 4-7 ลักษณะความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช



ภาพ 4-7 ลักษณะความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช (ต่อ)



ภาพ 4-7 ลักษณะความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช (ต่อ)



ภาพ 4-7 ลักษณะความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช (ต่อ)

4.4.2 ข้อมูลทั่วไปและปริมาณฝนใช้การในโครงการฯ พลายชุมพล

โครงการฯ พลายชุมพล มีพื้นที่อยู่ในเขตความรับผิดชอบโครงการจำนวนทั้งสิ้น 273,000 ไร่ และมีพื้นที่ชลประทานประมาณ 218,000 ไร่ จากข้อมูลที่ใช้ออกแบบชลประทาน กำหนดให้ฤดูฝนมีการเพาะปลูกประมาณ 90% ของพื้นที่ชลประทาน อย่างไรก็ตามในฤดูฝนจะมีพื้นที่บางส่วนที่เป็นที่ลุ่มและมีน้ำท่วมบางปี จึงไม่สามารถเพาะปลูกได้ สำหรับในฤดูแล้งได้ใช้ระบบการเวียนน้ำและพื้นที่เพาะปลูกในลักษณะปีเว้นปี เพื่อให้เกิดการกระจายและทั่วถึงของการใช้น้ำ ข้อมูลพื้นที่สำหรับใช้ในการเพาะปลูกพืชที่ผ่านมาจากข้อมูลในช่วง 5 ปีล่าสุด (ตาราง 4-10 และภาพ 4-8) พบว่าเนื้อที่ที่ใช้ทำนาปีอยู่ในช่วง 93-96% และที่ใช้ทำนาปรังอยู่ในช่วง 55-91 % ของเนื้อที่ชลประทานทั้งหมด เนื้อที่การทำนาปรังผันแปรตามปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับการชลประทาน ใน พ.ศ. 2542 เป็นปีที่เกิดภาวะภัยแล้งรุนแรงจึงทำให้มีเนื้อที่เพาะปลูกในฤดูนาปรังเพียง 55.81% เท่านั้น ในฤดูฝนมีพื้นที่บางส่วนที่เป็นที่ลุ่มและมีน้ำท่วมบางปี ไม่สามารถเพาะปลูกได้ สำหรับในฤดูแล้งจะใช้ระบบการเวียนน้ำและพื้นที่เพาะปลูกในลักษณะปีเว้นปี เพื่อให้เกิดการกระจายและทั่วถึงของการใช้น้ำ

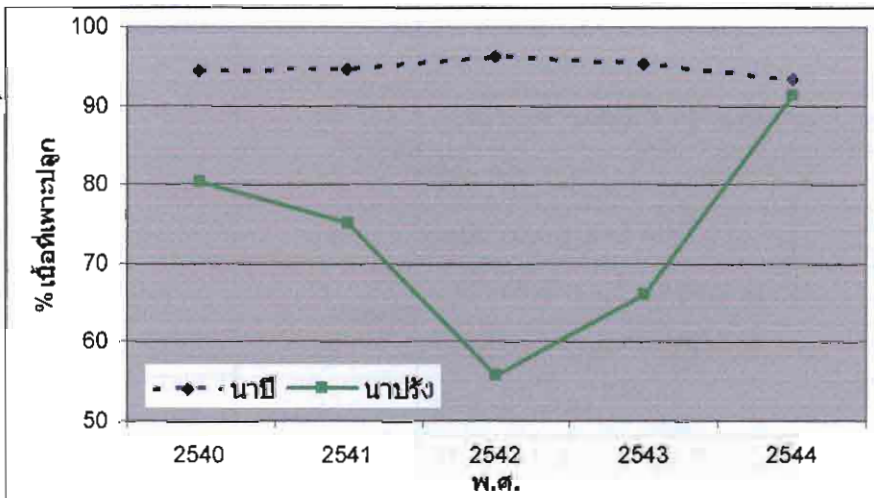
ตาราง 4-10 แผนและผลการเพาะปลูกพืชฤดูฝนและฤดูแล้ง ปี 2540 - 2545 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล สำนักชลประทานที่ 3

ปี / ประเภทการทำนา	แผนการ เพาะปลูก พื้นที่ (ไร่)	ผลการ เพาะปลูก พื้นที่ (ไร่)	พื้นที่ เสียหาย (ไร่)	ผลผลิต (บาท / ไร่)	ราคา ประเมิน (บาท/ กก.)
ปี 2540 - นาปี	215,000	205,938	313	721	3.5
- นาปรัง	167,600	174,834	-	850	6.30
ปี 2541 - นาปี	218,000	206,387	-	706	5
- นาปรัง	80,000	163,294	-	807	4.00
ปี 2542 - นาปี	201,350	209,753	7,065	564	3.5
- นาปรัง	94,150	121,660	-	784	4.00
ปี 2543 - นาปี	218,000	207,843	-	706	3.5
- นาปรัง	87,481	144,228	-	829	3.50
ปี 2544 - นาปี	201,359	203,300	10,177	735	3.53
- นาปรัง	120,624	198,946	-	769	3.35

ตาราง 4-10 (ต่อ)

ลำดับที่	แผนการ เพาะปลูก พื้นที่ (ไร่)	ผลการ เพาะปลูก พื้นที่ (ไร่)	พื้นที่ เสียหาย (ไร่)	ผลผลิต (บาท / ไร่)	ราคา ประเมิน (บาท/ กก.)
ปี 2545 - นาปี	-	-	-	-	-
- นาปรัง	120,548	196,773	-	-	-
หมายเหตุ พื้นที่เพาะปลูกเป็นข้าวทั้งหมด					

ที่มา : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล, 2545



ภาพที่ 4-8 เปอร์เซ็นต์เนื้อที่เพาะปลูกนาปีและนาปรังของโครงการฯ พลายชุมพล

การใช้น้ำในพื้นที่โครงการ ในระหว่างปี นั้น สอง 2 ครั้ง คือช่วงนาปี และนาปรัง โดยเริ่มส่งน้ำเพื่อการปลูกข้าวนาปี ประมาณเดือนกรกฎาคม และสิ้นสุดประมาณเดือนตุลาคม สำหรับการปลูกข้าวนาปรังที่ประมาณเดือน มกราคม และสิ้นสุดประมาณเดือนเมษายน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของโครงการจะทำการปลูกข้าว พันธุ์ กข. และทำนาหว่าน โดยระยะเตรียมแปลงเพาะปลูกจะอยู่ในช่วงสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 ของการรับน้ำจากชลประทาน จากนั้นจะเริ่มหว่านข้าวและเข้าสู่กิจกรรมการเพาะปลูกดังแสดงตาราง 4-11

ตาราง 4-11 ปฏิทินการเพาะปลูกพืชในเขตพื้นที่โครงการฯ พลายชุมพล

เดือน		วันที่	กิจกรรม
นาปรัง	นาปี		
ม.ค.	ก.ค.	1	รับน้ำเพื่อไถและเตรียมแปลง
		7	หว่าน
		15	ฉีดยาคุมหญ้า
		18	เปิดน้ำแช่ข้าวครั้งที่ 1 พร้อมฉีดยาฆ่าหอย
		25	ฉีดยาฆ่าแมลง
		29	ใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 1
ก.พ.	ส.ค.	1	รับน้ำ ครั้งที่ 2 แล้วแต่ปริมาณน้ำฝน
		20	ใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2 (46-0-0)
		22	พ่นยาฆ่าแมลง
มี.ค.	ก.ย.	1	เปิดน้ำ ครั้งที่ 3 แล้วแต่ปริมาณน้ำฝน
		10	ฉีดฮอร์โมน
เม.ย.	ต.ค.	20	เก็บเกี่ยว

ที่มา : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล, 2545

การคำนวณหาปริมาณฝนใช้การ ใช้ข้อมูลฝนรายสัปดาห์ 15 สถานี ซึ่งมีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่โครงการ และทำการเฉลี่ยด้วยวิธี Interpolation ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบกับข้อมูลฝนรายสัปดาห์เฉลี่ย 30 ปี คำนวณปริมาณฝนใช้การรายสัปดาห์ ผลการคำนวณออกมาในรูปของปริมาณฝน ปริมาณฝนใช้การและเปอร์เซ็นต์ของปริมาณฝนใช้การรายสัปดาห์ปีละ 52 สัปดาห์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน ปริมาณฝนใช้การ และค่าการคายระเหย สามารถแสดงได้

4.4.3 อุปสงค์น้ำชลประทานและประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน

จากผลการคำนวณในสมการ 4-12 ทำให้ได้ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิตามทฤษฎี (NORM) ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง (ตาราง 4-12 และ 4-13 ตามลำดับ) เมื่อนำมาคำนวณผลรวมความต้องการน้ำชลประทานสุทธิและประสิทธิภาพชลประทานตามการส่งน้ำจริง (สมการ 4-13 และ 4-14) ได้ผลดังนี้

ฤดูฝน

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Crop Water Requirement)} &= 380.95 \times 60 \times 60 \times 24 \times 7 \\ &= 230.40 \text{ ล้าน ลบ.ม.}\end{aligned}$$

$$\text{ปริมาณน้ำที่ส่งตามจริง (Actual Supply)} = 187.49 \text{ ล้าน ลบ.ม.}$$

(โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล, 2546)

$$\text{ปริมาณฝนใช้การ} = 14.69 \text{ ล้าน ลบ.ม.}$$

$$\begin{aligned}\text{ประสิทธิภาพชลประทานช่วงฤดูฝน} &= (\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ} - \text{ฝนใช้การ}) \times 100 / \\ &\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}\end{aligned}$$

$$= (230.40 - 14.69) \times 100 / 187.49$$

$$= 115.05\%$$

ฤดูแล้ง

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Crop Water Requirement)} &= 569.95 \times 60 \times 60 \times 24 \times 7 \\ &= 344.71 \text{ ล้าน ลบ.ม.}\end{aligned}$$

$$\text{ปริมาณน้ำที่ส่งตามจริง (Actual Supply)} = 223.00 \text{ ล้าน ลบ.ม.}$$

(โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล, 2546)

$$\text{ปริมาณฝนใช้การ} = 2.53 \text{ ล้าน ลบ.ม.}$$

$$\begin{aligned}\text{ประสิทธิภาพชลประทานช่วงฤดูแล้ง} &= (\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ} - \text{ฝนใช้การ}) \times 100 / \\ &\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}\end{aligned}$$

$$= (344.71 - 2.53) \times 100 / 223.00$$

$$= 153.44\%$$

ผลการคำนวณประสิทธิภาพการชลประทาน ปรากฏว่าประสิทธิภาพการชลประทานในฤดูฝน ซึ่งใช้ข้อมูลการปลูกพืชฤดูฝนปี พ.ศ. 2546 มาคำนวณมีค่าเท่ากับ 115.05 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูแล้ง ซึ่งใช้ข้อมูลการปลูกพืชฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2545/2546 มาคำนวณมีค่าเท่ากับ 153.44

เปอร์เซ็นต์ จากการพิจารณาจากสภาพพื้นที่เพาะปลูกในโครงการซึ่งมีลักษณะแคบและยาว คลอง
ส่งน้ำสายใหญ่จะเป็นคลองหลักในการส่งน้ำและ อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาจะเห็นว่า
ประสิทธิภาพการชลประทานในช่วงฤดูแล้งจะสูงกว่าช่วงฤดูฝน เนื่องจากมีสภาพพื้นที่บางส่วนเป็น
ที่ลุ่ม มีน้ำท่วมขัง ไม่สามารถใช้เพาะปลูกได้ในช่วงฤดูฝน

ตาราง 4-12 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิตามทฤษฎีในช่วงฤดูฝน

คลอง	เนื้อที่ เพาะปลูก	ช่วงฤดูฝน	
		ปริมาณน้ำที่พืช ต้องการ	ฝนใช้การ
PR (RMC) (C-01)	39746	94.03	3,566,965.02
PR.5.3R(C-02)	9360	21.86	840,003.84
PR.5.3R-4.2R(C-03)	5426	12.59	486,950.94
PR.5.3R-4.2-0.4L(C-04)	3444	7.84	309,078.34
PR.8.7R(C-05)	8817	20.08	791,272.85
PR.8.7R-5.2R(C-06)	1003	2.20	90,013.23
PR.8.7R-5.5L(C-07)	2950	6.38	264,744.80
PR.8.7R-8.5L(C-08)	2372	5.11	212,872.77
PR.10.6R(C-09)	7219	16.39	647,861.94
PR.17.0R(C-10)	6009	12.95	539,271.70
PR.17.0R-3.6R(C-11)	3336	7.17	299,385.98
PR.17.0R-3.6L(C-12)	2406	5.24	215,924.06
PR.22.2R(C-13)	2500	5.76	224,360.00
PR.23.7R(C-14)	7639	20.31	685,554.42
PR.25.0R(C-15)	12744	30.69	1,143,697.54
PR.36.9R(C-16)	250	0.65	22,436.00
PR.40.1R(C-17)	2099	5.19	188,372.66
PR.40.1R-2.8R(C-18)	2127	5.58	190,885.49
PR.40.5R(C-19)	1270	3.19	113,974.88
PR.40.5R-2.6L(C-20)	3902	9.51	350,181.09

ตาราง 4-12 (ต่อ)

คลอง	เนื้อที่ เพาะปลูก	ช่วงฤดูฝน	
		ปริมาณน้ำที่พืช ต้องการ (cms)	ฝนใช้การ (ล้าน ลบ.ม.)
PR.40.5R-2.6L-2.6R(C-21)	3308	7.28	296,873.15
PR.40.5R-3.6L(C-22)	721	1.64	64,705.42
PR.44.5R(C-23)	3159	6.92	283,501.30
44.5R-1.1LPR.(C-24)	2275	4.96	204,167.60
PR.50.0R(C-25)	2173	4.74	195,013.71
PR.50.5R-1.3L(C-26)	2425	5.44	217,629.20
PR.58.2R(C-27)	4595	10.16	412,373.68
PR.58.7R(C-28)	1085	2.51	97,372.24
PR.58.7R-1.1R(C-29)	3800	8.33	341,027.20
PR.58.7R-1.1R-3.3L(C-30)	150	0.33	13,461.60
PR.61.6R(C-31)	41	0.10	3,679.50
PR.64.0R(C-32)	180	0.40	16,153.92
PR.65.3R(C-33)	219	0.57	19,653.94
PR.70.5R(C-34)	250	0.60	22,436.00
PR.72.5R(C-35)	7853	18.07	704,759.63
PR.72.5R-1.2R(C-36)	1231	3.20	110,474.86
PR.72.5R-3.3LR(C-37)	1517	3.90	136,141.65
PR.72.5R-3.7R(C-38)	3471	7.69	311,501.42
PR.72.5R-5.1R(C-39)	629	1.41	56,448.98
รวม	163701	380.95	14,691,182.54

หมายเหตุ ระยะเวลาในการเตรียมแปลงสำหรับนาหว่านเฉลี่ย ทั้งพื้นที่ 3 ตำบล

ตาราง 4-13 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิตามทฤษฎีในช่วงฤดูแล้ง

คลอง	เนื้อที่ เพาะปลูก	ช่วงฤดูแล้ง	
		ปริมาณน้ำที่พืช ต้องการ	ฝนใช้การ (ล้าน ลบ.ม.)
PR (RMC) (C-01)	46291	135.35	593,265.46
PR.5.3R(C-02)	11950	34.48	153,151.20
PR.5.3R-4.2R(C-03)	5426	15.60	69,539.62
PR.5.3R-4.2-0.4L(C-04)	3438	9.68	44,061.41
PR.8.7R(C-05)	8900	25.27	114,062.40
PR.8.7R-5.2R(C-06)	1003	2.77	12,854.45
PR.8.7R-5.5L(C-07)	2950	8.12	37,807.20
PR.8.7R-8.5L(C-08)	2372	6.46	30,399.55
PR.10.6R(C-09)	7226	20.73	92,608.42
PR.17.0R(C-10)	9446	25.70	121,059.94
PR.17.0R-3.6R(C-11)	5366	14.61	68,770.66
PR.17.0R-3.6L(C-12)	2406	6.64	30,835.30
PR.22.2R(C-13)	3904	11.18	50,033.66
PR.23.7R(C-14)	2634	7.16	33,757.34
PR.25.0R(C-15)	2275	6.18	29,156.40
PR.36.9R(C-16)	2175	5.92	27,874.80
PR.40.1R(C-17)	2426	6.74	31,091.62
PR.40.1R-2.8R(C-18)	4595	12.63	58,889.52
PR.40.5R(C-19)	2000	5.70	25,632.00
PR.40.5R-2.6L(C-20)	4816	13.17	61,721.86
PR.40.5R-2.6L-2.6R(C-21)	1307	3.58	16,750.51
PR.40.5R-3.6L(C-22)	1728	4.97	22,146.05
PR.44.5R(C-23)	541	1.52	6,933.46
PR.44.5R-1.1LPR.(C-24)	866	2.72	11,098.66
PR.50.0R(C-25)	1287	3.81	16,494.19

ตาราง 4-13 (ต่อ)

คลอง	เนื้อที่ เพาะปลูก	ช่วงฤดูแล้ง	
		ปริมาณน้ำที่พืช ต้องการ (cms)	ฝนใช้การ (ล้าน ลบ.ม.)
PR.50.5R-1.3L(C-26)	9804	28.38	125,648.06
PR.58.2R(C-27)	2569	8.14	32,924.30
PR.58.7R(C-28)	1517	4.75	19,441.87
PR.58.7R-1.1R(C-29)	7407	20.99	94,928.11
PR.58.7R-1.1R-3.3L(C-30)	629	1.78	8,061.26
PR.61.6R(C-31)	2634	7.16	33,757.34
PR.64.0R(C-32)	2275	6.18	29,156.40
PR.65.3R(C-33)	2175	5.92	27,874.80
PR.70.5R(C-34)	2426	6.74	31,091.62
PR.72.5R(C-35)	4595	12.63	58,889.52
PR.72.5R-1.2R(C-36)	2000	5.70	25,632.00
PR.72.5R-3.3LR(C-37)	4816	13.17	61,721.86
PR.72.5R-3.7R(C-38)	1307	3.58	16,750.51
PR.72.5R-5.1R(C-39)	1728	4.97	22,146.05
รวม	197501	569.95	2,531,172.82

หมายเหตุ ระยะเวลาในการเตรียมแปลงสำหรับนาหว่านเฉลี่ย ทั้งพื้นที่ 3 ตำบล

4.4.4 การประเมินสถานภาพอุปสงค์น้ำชลประทาน

โดยประเมินจากข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ (ภาคผนวก 4-2) ที่ได้สอบถามเกษตรกรในพื้นที่โครงการชลประทาน จำนวน 385 ราย สามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

(1) ข้อมูลผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสัมภาษณ์ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 75.6 และเพศหญิง ร้อยละ 24.4 ส่วนใหญ่มีอายุ ระหว่าง 46-55 ปี คิดเป็นร้อยละ 39.0 (ตาราง 4-14)

ตาราง 4-14 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	291	75.6
หญิง	94	24.4
รวม	385	100.0
อายุ		
น้อยกว่า 25	1	0.3
26-35	28	7.3
36-45	123	31.9
46-55	150	39.0
มากกว่า 55	83	21.6
รวม	385	100.0

(2) ข้อมูลการเพาะปลูกข้าวของครัวเรือน จากการศึกษาพบว่า ครัวเรือนเกษตรกรรมส่วนใหญ่มีรายได้รวมจากการทำนาแปลงที่อยู่ในเขตชลประทานประมาณ 20,001-40,000 บาท ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 30.1 และส่วนใหญ่ ร้อยละ 49.1 มีรายได้เพียงพอต่อรายจ่ายจากการทำนา แต่ไม่เหลือเก็บ (ตาราง 4-15) ในแต่ละครัวเรือนใช้พื้นที่ทำนาปีและทำนาปรัง (รอบที่ 1) ประมาณ 5 – 10 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 28.1 ในขณะที่เมื่อถึงช่วงฤดูทำนาปรัง (รอบที่ 2) ส่วนใหญ่พื้นที่ใช้ทำนาจะลดลงเหลือเพียง น้อยกว่า 5 ไร่ต่อครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 85.2 (ตาราง 4-16) ทั้งนี้มีสาเหตุเนื่องจากปัจจัยด้านปริมาณน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกเป็นตัวจำกัด เพราะเนื่องจากในช่วงฤดูทำนาปรัง (รอบที่ 2) นี้จะอยู่ในช่วงฤดูแล้ง เกษตรกรส่วนใหญ่จะขาดแคลนน้ำที่ต้องใช้ทำนา ดังนั้นจึงต้องลดปริมาณพื้นที่ในการเพาะปลูกลง เพื่อลดอัตราการเสี่ยงการตายของต้นข้าวที่อาจจะไม่ได้รับน้ำ อันเป็นผลให้ได้ปริมาณผลผลิตน้อยไม่คุ้มกับต้นทุนที่จ่ายไป เกษตรกรตัวอย่างส่วนใหญ่ นิยมทำนาปีละ 2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 84.7 รองมาคือ ทำนาปีละ 3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 15.3 พื้นที่ทำนาของเกษตรกรในเขตชลประทานส่วนใหญ่ เป็นนาประเภท ข รองมาคือ นาประเภท ก และ ประเภท ค ตามลำดับ (ตาราง 4-17) จำนวนผลผลิตที่จากการทำนาปรังในเขตพื้นที่ชลประทานนั้น พบว่าส่วนใหญ่ได้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 5-14 เกวียนต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 48.8 ซึ่งนับว่าได้ผลผลิตที่ดีเมื่อเทียบกับจำนวนพื้นที่เฉลี่ยที่ใช้ทำนาปรัง คือ 5- 10 ไร่ อาจกล่าวได้ว่าได้ผลผลิต



เฉลี่ยอยู่ที่ 1-1.4 เกวียนต่อไร่ (ตาราง 4-18) ทั้งนี้พันธุ์ข้าวก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณผลผลิต ส่วนใหญ่ ร้อยละ 46.5 ปลุกข้าวพันธุ์ พิษณุโลก 2 รองมา ร้อยละ 23.6 ปลุกพันธุ์ชัยนาท และร้อยละ 13.8 ปลุกพันธุ์ กข ตามลำดับ ประเภทของปุ๋ยที่เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างใช้ พบว่า ส่วนใหญ่ยังคงใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 75.8 รองมาคือ ใช้ทั้งปุ๋ยวิทยาศาสตร์และปุ๋ยธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 23.9 และใช้ปุ๋ยธรรมชาติอย่างเดียว คิดเป็นร้อยละ 0.3 ตามลำดับ (ตาราง 4-19) สำหรับสาเหตุหลักที่ทำให้เกษตรกรได้ผลผลิตต่ำ ส่วนใหญ่เกิดจากปัญหาโรคและแมลงระบาด คิดเป็นร้อยละ 71.6 รองมาคือ ขาดน้ำในการทำนา คิดเป็นร้อยละ 28.4 (ตาราง 4-20) ในขณะเดียวกันการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดแมลง วัชพืช และโรคพืช ยังคงเป็นสิ่งจำเป็นที่เกษตรกรทุกรายต้องใช้เพื่อลดปริมาณความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับผลผลิตได้

ตาราง 4-15 ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามรายได้ของครัวเรือนเกษตรกร

รายได้	จำนวน	ร้อยละ
รายได้รวมของครัวเรือนต่อปี (บาท)		
น้อยกว่า 20,000	50	13.0
20,001-40,000	116	30.1
40,001-60,000	95	24.7
60,001-80,000	42	10.9
80,001-100,000	32	8.3
100,001-120,000	22	5.7
120,001-140,000	9	2.3
140,001-160,000	4	1.0
160,001-180,000	6	1.6
มากกว่า 200,000	9	2.3
รวม	385	100.0
รายได้ต่อรายจ่าย		
ไม่เพียงพอ แต่ไม่เป็นหนี้	38	9.9
ไม่เพียงพอ และเป็นหนี้	132	34.3
เพียงพอ แต่ไม่เหลือเก็บ	189	49.1
รายได้ต่อรายจ่าย (ต่อ)		
เพียงพอ และเหลือเก็บ	26	6.8
รวม	385	100.0



ตาราง 4-16 ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามพื้นที่ทำนาปี และนาปรังในเขตชลประทาน

จำนวนพื้นที่ทำนาในเขต ชลประทาน	จำนวน	ร้อยละ
พื้นที่ทำนาปี		
น้อยกว่า 5 ไร่	45	11.7
5-10 ไร่	108	28.1
11-15 ไร่	60	15.6
16-20 ไร่	79	20.5
มากกว่า 20 ไร่	93	24.2
รวม	385	100.0
ทำนาปรัง (รอบที่ 1)		
น้อยกว่า 5 ไร่	45	11.7
5-10 ไร่	108	28.1
11-15 ไร่	60	15.6
16-20 ไร่	79	20.5
มากกว่า 20 ไร่	93	24.2
รวม	385	100.0
ทำนาปรัง (รอบที่ 2)		
น้อยกว่า 5 ไร่	328	85.2
5-10 ไร่	20	5.2
11-15 ไร่	12	3.1
16-20 ไร่	13	3.4
มากกว่า 20 ไร่	12	3.1
รวม	385	100.0



ตาราง 4-17 ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามจำนวนครั้งในการทำนาในรอบ 1 ปี

ข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์	จำนวน	ร้อยละ
ทำนาปีละ 2 ครั้ง	326	84.7
ทำนาปีละ 3 ครั้ง	59	15.3
รวม	385	100.0

ตาราง 4-18 ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการทำนาปีละ 1 ครั้ง

ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย	จำนวน	ร้อยละ
น้อยกว่า 5 เกวียน	66	17.1
5-14 เกวียน	188	48.8
15-24 เกวียน	91	23.6
25-34 เกวียน	24	6.2
35-44 เกวียน	12	3.1
45-54 เกวียน	3	0.8
มากกว่า 54 เกวียน	1	0.3
รวม	385	100.0

ตาราง 4-19 ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามการใช้ปุ๋ย

ประเภทปุ๋ย	จำนวน	ร้อยละ
ปุ๋ยธรรมชาติ	1	0.3
ปุ๋ยวิทยาศาสตร์	292	75.8
ปุ๋ยธรรมชาติและปุ๋ยวิทยาศาสตร์	92	39.9
รวม	385	100.0

ตาราง 4-20 ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตตกต่ำ

สาเหตุ	จำนวน	ร้อยละ
โรคและแมลงระบาด	358	71.6
ขาดน้ำในการทำนา	142	28.4
รวม	500	100.0

(3) การมีส่วนร่วม/การรวมกลุ่มของผู้ใช้น้ำ ในส่วนของการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำชลประทาน โครงการฯ ปลายชุมพลได้จัดทำบัญชีรายชื่อองค์กรผู้ใช้น้ำชลประทาน ที่ขึ้นทะเบียนหรือขึ้นบัญชีโครงการชลประทาน พุทธศักราช 2547 จากตาราง 4-21 สหกรณ์ผู้ใช้น้ำพรหมพิราม ตำบลพรหมพิราม อำเภอพรหมพิรามมีจำนวนสมาชิกสูงสุดถึง 2,129 ราย ซึ่งมีจำนวนกลุ่มผู้ใช้น้ำทั้งหมด 46 กลุ่ม และมีพื้นที่ขององค์กรผู้ใช้น้ำชลประทานทั้งหมด 26,682 ไร่ รองลงมาได้แก่ สหกรณ์ผู้ใช้น้ำคลองเมม ตำบลท่าช้าง อำเภอพรหมพิราม มีจำนวนสมาชิก 1,963 ราย มีจำนวนกลุ่มผู้ใช้น้ำทั้งหมด 53 กลุ่ม และมีพื้นที่ขององค์กรผู้ใช้น้ำชลประทานทั้งหมด 25,952 ไร่ สำหรับแหล่งน้ำที่ใช้ของแต่ละองค์กรผู้ใช้น้ำชลประทานแสดงในตาราง 4-22

ตาราง 4-21 องค์กรผู้ใช้น้ำชลประทานที่ขึ้นทะเบียนหรือขึ้นบัญชีโครงการชลประทาน

ชื่อองค์กรฯ	ที่ตั้ง			สมาชิก (ราย)	จำนวน กลุ่มผู้ใช้น้ำ (กลุ่ม)	พื้นที่ องค์กรฯ (ไร่)
	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด			
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำพรหมพิราม	พรหมพิราม	พรหมพิราม	พิษณุโลก	2,129	46	26,682
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำจวังาม	จวังาม	เมือง	พิษณุโลก	797	24	14,285
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำบ้านกร่าง	บ้านกร่าง	เมือง	พิษณุโลก	1,358	22	14,427
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำบางกระทุ่ม	บางกระทุ่ม	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	875	29	11,302
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำแหลมโพธิ์	บ้านกร่าง	เมือง	พิษณุโลก	956	19	13,171
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำวัดพริก	วัดพริก	เมือง	พิษณุโลก	1,566	36	19,111
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำท่าช้าง	ท่าช้าง	พรหมพิราม	พิษณุโลก	1,949	38	23,474
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำปลายชุมพล	ปลายชุมพล	เมือง	พิษณุโลก	1,629	41	23,297
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำคลองเมม	ท่าช้าง	พรหมพิราม	พิษณุโลก	1,963	53	25,952

ที่มา : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ปลายชุมพล (2547)

ตาราง 4- 22 แหล่งน้ำที่ใช้ของแต่ละองค์กรผู้ใช้น้ำ

ชื่อองค์กรผู้ใช้น้ำชลประทาน	แหล่งน้ำชลประทาน
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำพรหมพิราม	PR.
	PR.5.3R.
	PR.5.3-4.2R.
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำวังงาม	PR.
	PR.58.2R.
	PR.58.7R.
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำบ้านกร่าง	PR.22.2R
	PR.23.7R.
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำบางกระทุ่ม	PR.
	PR.65.3R.
	PR.70.5R.
	PR.50.5R.
	PR.72.5R.-1.2R.
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำแหลมโพธิ์	PR.25.0R
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำวัดพริก	PR.
	PR.44.5R
	PR.44.5R.-1.1L.
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำท่าช้าง	PR.
	PR.17.0R.
	PR.17.0R-3.6R.
	PR.17.0R.-3.6L.

ตาราง 4-22 (ต่อ)

สหกรณ์ผู้ใช้น้ำหลายชุมพล	PR.
	PR.36.9R.
	PR.40.1R.
	PR.40.1R.-2.8R.
	PR.40.5R.
	PR.40.5R.-2.6L
	PR.40.5R.-2.6L.-2.6R.
สหกรณ์ผู้ใช้น้ำคลองเมม	PR.
	PR.8.7R.
	PR.8.7R.-5.2R.
	PR.8.7R.-8.5L.
	PR.1.6R.

ที่มา : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา พลายชุมพล (2547)

สำหรับส่วนของการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำชลประทาน โครงการฯ พลายชุมพล ที่ได้จากข้อมูลแบบสัมภาษณ์ในด้านของสถานภาพการเป็นสมาชิก สภาพการรวมกลุ่ม และการเข้าร่วมกิจกรรม สามารถแสดงได้ดังตาราง 4-23 กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 74.5 เป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ โดยส่วนใหญ่มีองค์กรหรือหน่วยงานมาช่วยจัดตั้งให้ มีเพียงร้อยละ 18.7 ที่ไม่ได้เป็น และร้อยละ 6.8 ที่เคยเป็นมาก่อน ในกรณีที่เป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ ร้อยละ 66.2 ไม่ต้องเสียเงินค่าสมาชิก มีเพียงร้อยละ 12.7 ที่มีการเรียกเก็บเงินเป็นครั้งคราว และ ร้อยละ 1.3 ที่ต้องเสียเงินรักษาสถานภาพการเป็นสมาชิก จำนวนเงิน 100 บาทต่อเดือน ทั้งนี้การเก็บเงินขึ้นอยู่กับข้อตกลงของสมาชิกภายในกลุ่ม ในส่วนของการเข้าร่วมกิจกรรมของกลุ่มผู้ใช้น้ำนั้นพบว่าส่วนใหญ่ ร้อยละ 30.9 จะปฏิบัติตามกฎเกณฑ์หรือมาตรการการใช้น้ำของกลุ่มที่ตั้งไว้ รองมาร้อยละ 23.9 ร่วมบริจาคเงินในการสร้างและซ่อมแซมแหล่งน้ำ และ ร้อยละ 22.1 ร่วมช่วยเหลือด้านแรงงานในการสร้างและซ่อมแซมแหล่งน้ำ ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 75.1 ไม่เคยมีการทะเลาะวิวาทในการใช้น้ำชลประทาน มีเพียงร้อยละ 4.9 ที่เคยมีการทะเลาะวิวาทกันเนื่องจากแย่งน้ำกันใช้

ตาราง 4-23 สถานภาพการเป็นสมาชิก สภาพการรวมกลุ่ม และการเข้าร่วมกิจกรรม ของผู้ใช้น้ำ

	จำนวน	ร้อยละ
สมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ		
ไม่ได้เป็น	72	18.7
เคยเป็น	26	6.8
กำลังเป็น	287	74.5
รวม	385	100.0
สภาพการรวมกลุ่ม		
ไม่ได้เข้ากลุ่ม	76	19.7
รวมกลุ่มเอง	39	10.1
มีองค์กรมาช่วยจัดตั้ง	270	70.1
รวม	385	100.0
การเข้าร่วมกิจกรรม		
ไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรม	89	23.1
บริจาคเงิน	92	23.9
ช่วยด้านแรงงาน	85	22.1
ปฏิบัติตามกฎ	119	30.9
รวม	385	100.0

(4) ลักษณะการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าว จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่ได้รับการจัดสรรน้ำทุกปี ในช่วงฤดูการทำนาปี มีเพียงร้อยละ 34.3 เท่านั้น ในขณะที่ส่วนใหญ่ ร้อยละ 65.7 ไม่ได้รับทุกปี กล่าวคือ ได้รับแบบปีเว้นปีเป็นส่วนใหญ่ สำหรับแหล่งน้ำที่ใช้ในพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมดในเขตพื้นที่ชลประทานของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง พบว่าส่วนใหญ่ใช้น้ำจากคลองซอย คิดเป็นร้อยละ 77.1 รองมาคือ ใช้จากน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 63.6 จากคลองน้ำทิ้ง คิดเป็นร้อยละ 24.9 จากคลองสายใหญ่โดยตรง คิดเป็นร้อยละ 13.5 จากแหล่งน้ำสาธารณะ คิดเป็นร้อยละ 12.2 และจากแปลงเกษตรกรคนอื่น คิดเป็นร้อยละ 2.9 ตามลำดับ ในช่วงที่เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างไม่ได้รับน้ำชลประทานในช่วงฤดูทำนาปีนั้น ส่วนใหญ่ยังคงทำนาตามปกติ โดยใช้น้ำจากแหล่งอื่น คิดเป็นร้อยละ 53.2 รองมาคือรับจ้างทั่วไปในละแวกหมู่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 24.4 และหยุดปลูกข้าว คิดเป็นร้อยละ 21.8 ตามลำดับ จากการศึกษาการประสบปัญหาในการใช้น้ำ

ชลประทานของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 81.8 เคยประสบปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน มีเพียงร้อยละ 18.2 ที่ไม่เคยประสบปัญหาดังกล่าวเลย ในส่วนของผู้ที่เคยประสบปัญหานั้น พบว่า ส่วนใหญ่ประสบปัญหาไม่มีน้ำใช้ทำนา เพราะชลประทานไม่ปล่อยน้ำออกมาให้ ทั้งนี้เนื่องจากอยู่นอกแผนการส่งน้ำ คิดเป็นร้อยละ 41.6 รองมาคือประสบปัญหาน้ำใช้ทำนาไม่เพียงพอ เนื่องจากอยู่ปลายน้ำ คิดเป็นร้อยละ 39.2 ปัญหาชลประทานปล่อยน้ำมาไม่มากพอ ทำให้น้ำไม่พอใช้ทำนา คิดเป็นร้อยละ 38.4 มีปัญหาน้ำไม่พอใช้ทำนา เพราะมีการแย่งกันใช้น้ำ คิดเป็นร้อยละ 29.1 และคลองส่งน้ำชำรุดและตื้นเขิน ทำให้ปริมาณน้ำที่ได้รับไม่พอใช้ทำนา ร้อยละ 1.6 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรส่วนใหญ่ที่ใช้น้ำจากบ่อบาดาลเพื่อใช้ทำนานอกจากน้ำชลประทานที่ได้รับแล้วนั้น จะเป็นเกษตรกรที่มีแปลงนาประเภท ข คิดเป็นร้อยละ 43.4 รองมา ร้อยละ 13.8 เป็นนาประเภท ค และร้อยละ 9.1 เป็นนาประเภท ก ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่นิยมใช้ประเภทบ่อเจาะ (บ่อลึก) เพื่อใช้ทำนา ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่ใช้น้ำจากคลองสาธารณะนอกเหนือจากน้ำชลประทานที่ใช้อยู่ นั้น เป็นกลุ่มเกษตรกรที่มีนาประเภท ข คิดเป็นร้อยละ 5.2 รองมาคือ นาประเภท ค คิดเป็นร้อยละ 3.4 ตามลำดับ ในช่วงฤดูที่เกษตรกรนิยมสูบน้ำจากบ่อบาดาลหรือจากคลองชลประทานมาใช้ทำนานั้น จะอยู่ในช่วงฤดูแล้ง คิดเป็นร้อยละ 54.5 รองมาคือ ตลอดทั้งปีแล้วแต่ช่วงไหนที่ขาดน้ำทำนาก็จะสูบน้ำมาใช้ คิดเป็นร้อยละ 18 โดยเฉลี่ยแล้ว เดือนที่สูบน้ำมาใช้มากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนเมษายนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 53.0 สำหรับปัจจัยที่ทำให้เกษตรกรต้องสูบน้ำจากแหล่งน้ำอื่นมาใช้นั้น พบว่าส่วนใหญ่เกิดจากปัญหาอยู่ในช่วงเว้นระยะห่างในการส่งน้ำชลประทาน ทำให้ไม่มีน้ำใช้ขังในนา คิดเป็นร้อยละ 35.3 รองมาคือเกิดจากสาเหตุชลประทานไม่ส่งน้ำให้ทำนาปรัง เนื่องจากอยู่นอกแผนการส่งน้ำ ร้อยละ 33.8 และเกิดจากสาเหตุปริมาณน้ำชลประทานที่ปล่อยมาให้น้ำไม่พอใช้ทำนา ร้อยละ 30.9 ตามลำดับ

ตาราง 4-24 ร้อยละของครัวเรือนจำแนกตามการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่นเพื่อการเพาะปลูก

การใช้น้ำเพื่อการเกษตร	จำนวน	ร้อยละ
การใช้น้ำจากบ่อบาดาล		
นาประเภท ก	35	9.1
นาประเภท ข	167	43.4
นาประเภท ค	53	13.8
ไม่ได้ใช้	130	33.8
รวม	385	100.0
การใช้น้ำจากคลอง		
นาประเภท ข	20	5.2
นาประเภท ค	13	3.4
ไม่ได้ใช้	352	91.4
รวม	385	100.0
ช่วงที่สูบน้ำบาดาลมาใช้ทำนา		
ฤดูแล้ง	210	54.5
ฤดูฝนและฤดูแล้ง	70	18.2
ไม่ได้สูบน้ำ	105	27.3
รวม	385	100.0

ตาราง 4-25 ร้อยละของครัวเรือนจำแนกตามสาเหตุที่ต้องสูบน้ำจากแหล่งอื่น

สาเหตุที่ต้องสูบน้ำจากแหล่งอื่น	จำนวน	ร้อยละ
อยู่ในช่วงเว้นระยะส่งน้ำ	232	35.3
ไม่ส่งน้ำให้ทำนาปรังในปี (อยู่นอกแผนการจัดส่งน้ำ)	222	33.8
ปริมาณน้ำไม่พอใช้	203	30.9
รวม	657	100.0

หมายเหตุ : สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

ตาราง 4-26 ร้อยละของครัวเรือนจำแนกตามการได้รับการจัดสรรน้ำและการประสบปัญหาการใช้น้ำชลประทาน

	จำนวน	ร้อยละ
การได้รับการจัดสรรน้ำ		
ไม่ทุกปี	253	65.7
ได้ทุกปี	132	34.3
รวม	385	100.0
การประสบปัญหาการใช้น้ำชลประทาน		
เคยประสบ	315	81.8
ไม่เคยประสบ	70	18.2
รวม	385	100.0

4.4.4.1 ลักษณะการผลิตแยกตามพื้นที่คลองรับน้ำชลประทาน

(1) พื้นที่เพาะปลูก พื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตและการใส่ปุ๋ย จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ทำนาในเขตพื้นที่ชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 0.93 ตัน/ไร่ สำหรับพื้นที่ทำนาในเขตชลประทานที่ให้ผลผลิตมากที่สุดอยู่บริเวณคลองชลประทาน C-01 คือมีผลผลิตเฉลี่ย 1.34 ตัน/ไร่ รองมาคือคลอง C-31 มีผลผลิตเฉลี่ย 1.18 ตัน/ไร่ และ คลอง C-18 และ C-34 มีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากัน 1.13 ตัน/ไร่ เกษตรกรที่มีพื้นที่ทำนาในเขตพื้นที่ชลประทาน มีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 30.26 ตัน/ครัวเรือน สำหรับพื้นที่ทำนาในเขตพื้นที่ชลประทานที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อครัวเรือนสูงที่สุดอยู่บริเวณคลอง C-08 มีผลผลิตเฉลี่ย 60.8 ตัน/ครัวเรือน รองมาคือคลอง C-04 มีผลผลิตเฉลี่ย 45.8 ตัน/ครัวเรือน และคลอง C-05 มีผลผลิตเฉลี่ย 43.83 ตัน/ครัวเรือน ตามลำดับ เกษตรกรที่มีพื้นที่ทำนาในเขตชลประทาน โดยเฉลี่ยแล้วจะมีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเฉลี่ย 33.03 ไร่/ครัวเรือน ส่วนคลองชลประทานที่มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมากที่สุดคือ คลอง C-08 มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเฉลี่ย 66.4 ไร่/ครัวเรือน รองมาคลอง C-04 มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเฉลี่ย 57.6 ไร่/ครัวเรือน และคลอง C-39 มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเฉลี่ย 54.85 ไร่/ครัวเรือน ตามลำดับ เกษตรกรที่มีพื้นที่ทำนาในเขตชลประทาน โดยเฉลี่ยแล้วจะมีพื้นที่เพาะปลูก 36.41 ไร่/ครัวเรือน ส่วนคลองชลประทานที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดคือ คลอง C-08 มีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ย 72.40 ไร่/ครัวเรือน รองมาคลอง C-04 มีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ย 57.6 ไร่/ครัวเรือน และคลอง C-39 มีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ย 54.85 ไร่/ครัวเรือน ตามลำดับ

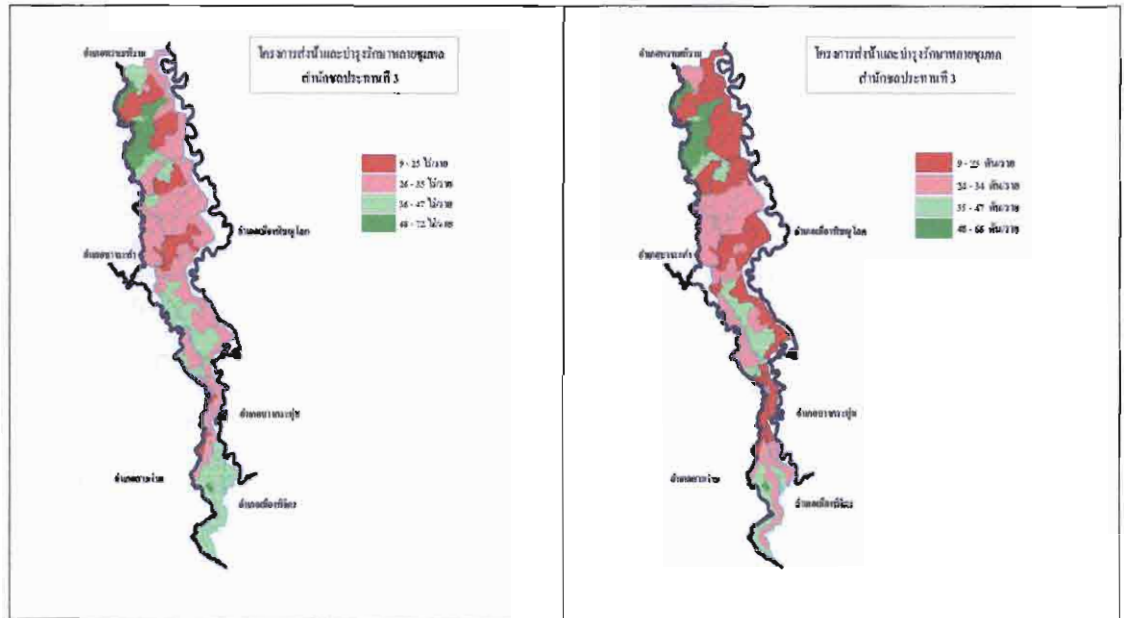
ตาราง 4-27 ผลผลิต พื้นที่เก็บเกี่ยว พื้นที่เพาะปลูก และอัตราการใส่ปุ๋ย

คลอง	ชื่อคลอง	ผลผลิตเฉลี่ยตันต่อไร่	ผลผลิตต่อไร่	พื้นที่เก็บเกี่ยวต่อไร่	พื้นที่เพาะปลูกต่อไร่	อัตราการใส่ปุ๋ยจำนวนลูก (50 กก.) ต่อไร่
1	PR (RMC) (C-01)	1.34	25.79	19.13	30.08	1
2	PR.5.3R(C-02)	0.91	19.9	21.8	23.8	1
3	PR.5.3R-4.2R(C-03)	1.02	33.31	32.76	40	1
4	PR.5.3R-4.2-0.4L(C-04)	0.8	45.8	57.6	57.6	0.8
5	PR.8.7R(C-05)	0.87	43.83	50.41	52.08	1.16
6	PR.8.7R-5.2R(C-06)	0.78	34.83	44.16	44.16	1.16
7	PR.8.7R-5.5L(C-07)	0.80	43.16	53.88	53.88	1
8	PR.8.7R-8.5L(C-08)	0.91	60.8	66.4	72.4	1
9	PR.10.6R(C-09)	1.10	14.6	13.2	18.2	0.9
10	PR.17.0R(C-10)	0.98	21.51	21.94	25.94	1
11	PR.17.0R-3.6R(C-11)	0.87	32.1	36.6	41	1
12	PR.17.0R-3.6L(C-12)	0.84	32.94	38.8	38.8	1
13	PR.22.2R(C-13)	0.66	6	9	9	1
14	PR.23.7R(C-14)	1.06	27.2	25.6	31.6	1.2
15	PR.25.0R(C-15)	0.96	23.87	24.82	29.32	1.37
16	PR.36.9R(C-16)	0.8	24	30	30	1.5
17	PR.40.1R(C-17)	0.91	25.4	27.8	32.6	1.05
18	PR.40.1R-2.8R(C-18)	1.13	18.75	16.5	24.5	1
19	PR.40.5R(C-19)	0.98	28.6	29	33.6	1.1
20	PR.40.5R-2.6L(C-20)	0.74	28.3	37.9	37.9	1
21	PR.40.5R-2.6L-2.6R(C-21)	1.01	32.9	32.4	38.3	1
22	PR.40.5R-3.6L(C-22)	0.93	21.8	23.2	26	1.2
23	PR.44.5R(C-23)	0.86	38.42	44.28	44.28	1
24	PR.44.5R-1.1LPR.(C-24)	0.87	28.66	32.66	32.66	1
25	PR.50.0R(C-25)	0.92	26.66	28.83	32.83	1
26	PR.50.5R-1.3L(C-26)	0.85	40.28	46.85	46.85	1
27	PR.58.2R(C-27)	0.82	31.3	38	40	1
28	PR.58.7R(C-28)	0.85	36.15	42.22	44.88	1
29	PR.58.7R-1.1R(C-29)	0.91	29.6	32.4	34.4	1

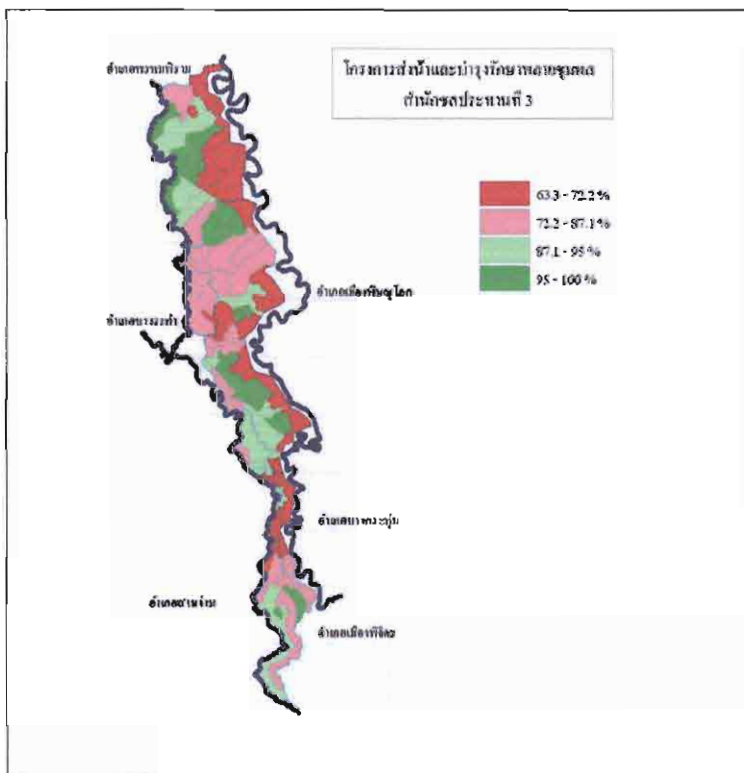
ตาราง 4-27 (ต่อ)

คลอง	ชื่อคลอง	ผลผลิตเฉลี่ยตันต่อไร่	ผลผลิตต่อไร่	พื้นที่เก็บเกี่ยวต่อไร่	พื้นที่เพาะปลูกต่อไร่	อัตราการใช้ปุ๋ยจำนวนลูก (50 กก.) ต่อไร่
30	PR.58.7R-1.1R-3.3L(C-30)	0.98	33.4	34	39	1.05
31	PR.61.6R(C-31)	1.18	25.37	21.5	31.5	1
32	PR.64.0R(C-32)	0.92	28	30.3	33.5	1
33	PR.65.3R(C-33)	0.92	14.05	15.2	16.2	1
34	PR.70.5R(C-34)	1.13	32.45	15.2	21	1.15
35	PR.72.5R(C-35)	1.03	31.07	30.1	38.3	1
36	PR.72.5R-1.2R(C-36)	1.07	29.2	27.1	35.1	1.15
37	PR.72.5R-3.3LR(C-37)	0.79	34.8	44	44	1
38	PR.72.5R-3.7R(C-38)	0.89	33.72	37.63	39.81	1
39	PR.72.5R-5.1R(C-39)	0.75	41.57	54.85	54.85	1

การใช้ปุ๋ยและสารเคมี พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยอยู่ที่อัตรา 1 ลูก/ไร่ ในขณะที่บางรายใช้ปุ๋ยเพียง 0.5 ลูก/ไร่ ซึ่งพบว่ามีพื้นที่อยู่บริเวณคลองที่ 4 และ 9 และในกรณีของเกษตรกรที่ต้องใช้ปุ๋ยถึง 2 ลูก/ไร่ จะมีพื้นที่อยู่บริเวณคลองที่ 5, 6, 14, 15, 22 และ 34 ส่วนการใช้สารเคมีนั้นพบว่าเกษตรกรทุกรายมีการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช โดยส่วนใหญ่พบว่านิยมใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองมา คือ มีการใช้ผสมกันระหว่างปุ๋ยวิทยาศาสตร์กับปุ๋ยธรรมชาติ ซึ่งเกษตรกรในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่บริเวณคลองที่ 20, 27 และ 28



ภาพ 4-9 พื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยและผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อรายเกษตรกรในพื้นที่โครงการฯ



ภาพ 4-10 ร้อยละของพื้นที่เก็บเกี่ยวต่อพื้นที่เพาะปลูก

ตาราง 4-28 ร้อยละของครัวเรือนที่มีการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ร่วมกับปุ๋ยธรรมชาติ

คลอง	% ครัวเรือน
PR (RMC) (C-01)	40.91
PR.5.3R(C-02)	0.00
PR.5.3R-4.2R(C-03)	23.08
PR.5.3R-4.2-0.4L(C-04)	20.00
PR.8.7R(C-05)	41.67
PR.8.7R-5.2R(C-06)	50.00
PR.8.7R-5.5L(C-07)	22.22
PR.8.7R-8.5L(C-08)	20.00
PR.10.6R(C-09)	0.00
PR.17.0R(C-10)	0.00
PR.17.0R-3.6R(C-11)	30.00
PR.17.0R-3.6L(C-12)	10.00
PR.22.2R(C-13)	0.00
PR.23.7R(C-14)	30.00
PR.25.0R(C-15)	37.50
PR.36.9R(C-16)	50.00
PR.40.1R(C-17)	0.00
PR.40.1R-2.8R(C-18)	0.00
PR.40.5R(C-19)	10.00
PR.40.5R-2.6L(C-20)	90.00
PR.40.5R-2.6L-2.6R(C-21)	10.00
PR.40.5R-3.6L(C-22)	0.00
PR.44.5R(C-23)	0.00
PR.44.5R-1.1LPR.(C-24)	0.00
PR.50.0R(C-25)	25.00
PR.50.5R-1.3L(C-26)	0.00

ตาราง 4-28 (ต่อ)

คลอง	% คร้วเรือน
PR.58.2R(C-27)	100.00
PR.58.7R(C-28)	0.00
PR.58.7R-1.1R(C-29)	0.00
PR.58.7R-1.1R-3.3L(C-30)	50.00
PR.61.6R(C-31)	0.00
PR.64.0R(C-32)	0.00
PR.65.3R(C-33)	60.00
PR.70.5R(C-34)	0.00
PR.72.5R(C-35)	30.00
PR.72.5R-1.2R(C-36)	0.00
PR.72.5R-3.3LR(C-37)	0.00
PR.72.5R-3.7R(C-38)	0.00
PR.72.5R-5.1R(C-39)	40.91

(2) ฐานะของเกษตรกร จากการสำรวจพบว่า เกษตรกรที่มีรายได้น้อยกว่ารายจ่ายและมีหนี้สิน อาศัยอยู่บริเวณคลองที่ 5, 8, 11, 13, 14, 19, 25, 26, 27, 29, 30 และ 39 ในขณะที่เกษตรกรที่มีรายได้เพียงพอกับรายจ่ายและมีเงินเหลือเก็บ อาศัยอยู่บริเวณคลองที่ 9 และ 36 (ตาราง 4-29)

ตาราง 4-29 สถานภาพเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตรกรแยกตามรายคลอง

คลอง	สถานภาพทางเศรษฐกิจ
9,36	เพียงพอ และเหลือเก็บ
1,3,4,6,7,10,12,15,20,21,22,23,24,28,31,32,33,34,35,37,38	เพียงพอ แต่ไม่เหลือเก็บ
17,18	ไม่เพียงพอ แต่ไม่เป็นหนี้
5,8,11,13,14,19,25,30	ไม่เพียงพอ และเป็นหนี้

(3) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่มผู้ใช้น้ำ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการมีส่วนร่วมของกิจกรรมภายในกลุ่ม โดยส่วนใหญ่มีการปฏิบัติตามกฎของกลุ่มผู้ใช้น้ำ รองมาคือมีการบริจาคเงินเพื่อนำไปซ่อมแซมคลองส่งน้ำที่ชำรุด ในขณะที่กลุ่มเกษตรกรบางรายไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการรวมกลุ่มของกลุ่มผู้ใช้น้ำเลย มีพื้นที่อยู่บริเวณคลองที่ 2, 16, 26, 27, 29 และ 39 รายละเอียดดังแสดงในตาราง 4-30

ตาราง 4-30 ประเภทการมีส่วนร่วมของครัวเรือนเกษตรกรแยกตามรายคลอง

คลอง	ประเภทการมีส่วนร่วม
2,16,26,27,29,39	ไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรม
1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15, 17,18,19,20,21,22,23,24,25,28,30 ,31,32,33,34,35,36,37,38	ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรม

(4) การประสบปัญหาการใช้น้ำชลประทาน จากข้อมูลด้านการทำนาของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรที่ใช้น้ำชลประทาน สามารถทำนาได้เฉลี่ยปีละ 2.2 ครั้ง ซึ่งมากกว่าแผนการจัดสรรน้ำให้พื้นที่ที่ส่งน้ำชลประทานให้ 2 ครั้งต่อปีในแบบหมุนเวียน (Rotation Method) และเกษตรกรที่สามารถทำนาได้ปีละ 3 ครั้ง ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณคลองชลประทานที่ 12 มากที่สุด รองมาคือพื้นที่บริเวณคลองชลประทานที่ 38, 2 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า เกษตรกรสามารถบริหารจัดการน้ำที่ชลประทานส่งมาให้ตนเองสามารถใช้น้ำในพื้นที่ของตนเองได้ประโยชน์สูงสุด รวมถึงการที่มีศักยภาพน้ำใต้ดินของพื้นที่สูง สามารถนำมาสนับสนุนการทำการเกษตรนอกแผนการส่งน้ำของชลประทานได้อย่างดี เกษตรกรส่วนใหญ่ระบุว่าน้ำที่ได้รับจากชลประทานไม่เพียงพอต่อการใช้ปลูกข้าว จำเป็นต้องสูบน้ำจากบ่อบาดาลขึ้นมาใช้เป็นระยะ ซึ่งส่วนใหญ่ปัญหานี้จะพบบริเวณคลองชลประทานที่ 8, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 24, 28, 29, 30, 31 และคลองชลประทานที่ 32 ในขณะเดียวกันนั้น พบว่ามีบริเวณคลองที่ 2 เท่านั้นที่ เกษตรกรไม่จำเป็นต้องสูบน้ำบาดาลมาใช้ เพราะมีน้ำใช้อย่างเพียงพอ ส่วนคลองอื่น ๆ มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้บ้างเป็นบางราย สำหรับสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกษตรกรต้องสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้นั้น พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ระบุว่า อยู่ในช่วงเว้นระยะการส่งน้ำ ทำให้ไม่มีน้ำที่จะสูบขึ้นมาใช้ในแปลงนา รองมาคือชลประทานไม่ส่งน้ำให้ทำนาปรังในปีนั้น จึงต้องหันมาสูบน้ำจากบ่อบาดาลขึ้นมาใช้แทน และอีกสาเหตุหนึ่งนั้นมาจาก ปริมาณน้ำชลประทานไม่เพียงพอต่อการใช้นี้เนื่องจากอยู่ปลายน้ำ จึงต้องช่วยเหลือตนเองโดยการสูบน้ำจากบ่อบาดาลมาใช้น้ำมาขาดแคลน อย่างไรก็ตาม ผลจากการศึกษา

ข้อมูลด้านความอุปสงค์น้ำชลประทานของพื้นที่ พบว่า มากกว่าร้อยละ 80 ของผู้ใช้น้ำในคลองส่วนใหญ่ (66.67%) ยังมีความต้องการน้ำมากกว่าที่ชลประทานจัดสรรให้ รองลงมาได้แก่ ร้อยละ 60 – 80 ของผู้ใช้น้ำในคลอง (20.51%) รายละเอียดดังแสดงในตาราง 4-31 สำหรับปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน จากการสำรวจพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เคยประสบปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน โดยพบว่าปัญหาส่วนใหญ่ที่ประสบคือ ไม่มีน้ำใช้ทำนา เนื่องจากอยู่นอกแผนการส่งน้ำของชลประทาน บริเวณพื้นที่ที่ประสบปัญหานี้ พบว่าอยู่บริเวณคลองส่งน้ำชลประทานที่ 1, 14, 21, 23, 24, 28, 31, 32, 33 และ 34 รองมาคือปัญหาน้ำไม่พอใช้ทำนา เนื่องจากปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งมาให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร ซึ่งบริเวณพื้นที่ที่เกษตรกรประสบปัญหานี้จะอยู่บริเวณคลองส่วนน้ำชลประทานที่ 2, 3, 4, 7, 13, 25, 27, 29 และ 30 ปัญหาการแย่งน้ำชลประทานใช้นั้น พบว่า ส่วนใหญ่จะพบปัญหานี้อยู่บริเวณพื้นที่คลองชลประทานส่งน้ำที่ 15 และปัญหาอีกประการหนึ่งที่เกษตรกรประสบ คือ ปัญหาการได้รับน้ำชลประทานไม่เพียงพอเนื่องจากพื้นที่ทำนาอยู่ปลายน้ำ พบว่าเกษตรกรที่ประสบปัญหานี้ส่วนใหญ่จะมีพื้นที่ทำนาอยู่บริเวณคลองชลประทานส่งน้ำที่ 5, 6, 16, 19 และ 20 ในขณะที่คลองส่งน้ำที่ 8 พบว่าเกษตรกรไม่ประสบปัญหาใดเลยเกี่ยวกับการใช้น้ำจากชลประทาน

ตาราง 4-31 ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 1

คลอง	ร้อยละของจำนวนคลอง	ร้อยละของผู้ประสบปัญหา
2,18	5.13	น้อยกว่าร้อยละ 20
9,20	5.13	ร้อยละ 20 - 40
1, 5, 6, 16, 17, 21, 25, 26, 33	23.08	ร้อยละ 40 - 60
3, 10, 19, 27, 34, 35, 36, 37, 38, 39	25.64	ร้อยละ 60 - 80
4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 32	41.03	มากกว่าร้อยละ 80

ตาราง 4-32 ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 2

คลอง	ร้อยละของคลอง	ร้อยละของผู้ประสบปัญหา
18	2.56	น้อยกว่าร้อยละ 20
17,36	5.13	ร้อยละ 20 - 40
9,37	5.13	ร้อยละ 40 - 60
1,2,3,4,5,16,25,35	20.51	ร้อยละ 60 - 80
6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 39	66.67	มากกว่าร้อยละ 80

ตาราง 4-33 สาเหตุของการประสบปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน

คลองชลประทาน	ปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน
18 -	ไม่ประสบ
1, 14, 21, 23, 24, 28, 31, 32, 33, 34,12,22,17,11,38	ไม่มีน้ำใช้ทำนา เพราะชลประทานไม่ปล่อยน้ำ เนื่องจากอยู่นอกแผนส่งน้ำ
2, 3, 4, 7, 13, 25, 27, 29, 30,17,12,8, 36,37,10,26	มีน้ำใช้ทำนาแต่ไม่เพียงพอ เพราะน้ำจากชลประทานปล่อยมาไม่พอ
15,22,8,10,26, 9,35,39	มีน้ำใช้ทำนาแต่ไม่เพียงพอ เพราะมีการแย่งกันใช้
5, 6, 16, 19, 20,11,38, 36,37,10,26, 9,35,39	มีน้ำใช้ทำนาแต่ไม่เพียงพอ เพราะอยู่ปลายน้ำ

4.4.4.2 สถานภาพของเกษตรกรที่อาจมีผลต่ออุปสงค์การใช้น้ำชลประทาน

(1) ฐานะของเกษตรกร จากการสำรวจ พบว่า เกษตรกรที่มีรายได้น้อยกว่ารายจ่ายและมีหนี้สิน อาศัยอยู่บริเวณคลองที่ 5, 8, 11, 13, 14, 19, 25, 26, 27, 29, 30 และ 39 ในขณะที่เกษตรกรที่มีรายได้เพียงพอกับรายจ่ายและมีเงินเหลือเก็บ อาศัยอยู่บริเวณคลองที่ 9 และ 36

(2) ระดับการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการมีส่วนร่วมของกิจกรรมภายในกลุ่ม โดยส่วนใหญ่มีการปฏิบัติตามกฎของกลุ่มผู้ใช้น้ำ รongมาคือมีการบริจาคเงินเพื่อนำไปซ่อมแซมคลองส่งน้ำที่ชำรุด ในขณะที่กลุ่มเกษตรกรบางรายไม่มีส่วนร่วมใน

กิจกรรมการรวมกลุ่มของกลุ่มผู้ใช้น้ำเลย มีพื้นที่อยู่บริเวณคลองที่ 2, 16, 26, 27, 29 และ 39
รายละเอียดดังแสดงในตาราง 4-34

ตาราง 4-34 ปัจจัยด้านอุปสงค์น้ำจำแนกรายคลอง

ปัจจัยด้านอุปสงค์น้ำ	คลอง
ฐานะด้านเศรษฐกิจ	
เพียงพอ และเหลือเก็บ	9,36
เพียงพอ แต่ไม่เหลือเก็บ	1,3,4,6,7,10,12,15,20,21,22,23,24,28,31,32,33,34,35,37,38
ไม่เพียงพอ แต่ไม่เป็นหนี้	17,18
ไม่เพียงพอ และเป็นหนี้	5,8,11,13,14,19,25,30
การมีส่วนร่วมในกลุ่มผู้ใช้น้ำ	
ไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรม	2,16,26,27,29,39
ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรม	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,17,18,19,20,21,22,23,24,25,28,30,31,32,33,34,35,36,37,38

ตาราง 4-35 ร้อยละของการใช้ปฎิวิทยาศาสตร์ร่วมกับปฎิธรรมชาติ

คลอง	การใช้ปฎิวิทยาศาสตร์ร่วมกับปฎิธรรมชาติ
PR (RMC) (C-01)	40.91
PR.5.3R(C-02)	0.00
PR.5.3R-4.2R(C-03)	23.08
PR.5.3R-4.2-0.4L(C-04)	20.00
PR.8.7R(C-05)	41.67
PR.8.7R-5.2R(C-06)	50.00
PR.8.7R-5.5L(C-07)	22.22
PR.8.7R-8.5L(C-08)	20.00
PR.10.6R(C-09)	0.00

ตาราง 4-35 (ต่อ)

คลอง	การใช้ปฎิบัติศาสตร์ร่วมกับปฎิธรรมชาติ
PR.17.0R(C-10)	0.00
PR.17.0R-3.6R(C-11)	30.00
PR.17.0R-3.6L(C-12)	10.00
PR.22.2R(C-13)	0.00
PR.23.7R(C-14)	30.00
PR.25.0R(C-15)	37.50
PR.36.9R(C-16)	50.00
PR.40.1R(C-17)	0.00
PR.40.1R-2.8R(C-18)	0.00
PR.40.5R(C-19)	10.00
PR.40.5R-2.6L(C-20)	90.00
PR.40.5R-2.6L-2.6R(C-21)	10.00
PR.40.5R-3.6L(C-22)	0.00
PR.44.5R(C-23)	0.00
PR.44.5R-1.1LPR.(C-24)	0.00
PR.50.0R(C-25)	25.00
PR.50.5R-1.3L(C-26)	0.00
PR.58.2R(C-27)	100.00
PR.58.7R(C-28)	0.00
PR.58.7R-1.1R(C-29)	0.00
PR.58.7R-1.1R-3.3L(C-30)	50.00
PR.61.6R(C-31)	0.00
PR.64.0R(C-32)	0.00
PR.65.3R(C-33)	60.00
PR.70.5R(C-34)	0.00
PR.72.5R(C-35)	30.00
PR.72.5R-1.2R(C-36)	0.00

ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า เกษตรกรสามารถบริหารจัดการน้ำที่ชลประทานส่งมาให้ตนเอง สามารถใช้น้ำในพื้นที่ของตนเองได้ประโยชน์สูงสุด รวมถึงการที่มีศักยภาพน้ำใต้ดินของพื้นที่สูง สามารถนำมาสนับสนุนการทำการเกษตรนอกแผนการส่งน้ำของชลประทานได้ดี

(5) ความเพียงพอของน้ำชลประทานที่ได้รับ จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ระบุว่า น้ำที่ได้รับจากชลประทานไม่เพียงพอต่อการใช้ปลูกข้าว จำเป็นต้องสูบน้ำจากบ่อบาดาลขึ้นมาใช้เป็นระยะ ซึ่งส่วนใหญ่ปัญหานี้จะพบบริเวณคลองชลประทานที่ 8, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 24, 28, 29, 30, 31 และคลองชลประทานที่ 32 ในขณะเดียวกันนั้น พบว่ามีบริเวณคลองที่ 2 เท่านั้นที่เกษตรกรไม่จำเป็นต้องสูบน้ำบาดาลมาใช้ เพราะมีน้ำใช้อย่างเพียงพอ ส่วนคลองอื่น ๆ มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้บ้างเป็นบางราย

ตาราง 4-36 ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 1

ร้อยละของผู้ประสบปัญหา	คลอง	ร้อยละของจำนวนคลอง
น้อยกว่าร้อยละ 20	2,18	5.13
ร้อยละ 20 - 40	9,20	5.13
ร้อยละ 40 - 60	1, 5, 6, 16, 17, 21, 25, 26, 33	23.08
ร้อยละ 60 - 80	3, 10, 19, 27, 34, 35, 36, 37, 38, 39	25.64
มากกว่าร้อยละ 80	4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 32	41.03

สำหรับสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกษตรกรต้องสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้นั้น พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ระบุว่า อยู่ในช่วงเว้นระยะการส่งน้ำ ทำให้ไม่มีน้ำที่จะสูบขึ้นมาขังไว้ในแปลงนา รองมาคือชลประทานไม่ส่งน้ำให้ทำนาปรังในปีนี้ จึงต้องหันมาสูบน้ำจากบ่อบาดาลขึ้นมาใช้แทน และอีกสาเหตุหนึ่งนั้นมาจาก ปริมาณน้ำชลประทานไม่เพียงพอต่อการใช้น้ำเนื่องจากอยู่ปลายน้ำ จึงต้องช่วยเหลือตนเองโดยการสูบน้ำจากบ่อบาดาลมาใช้น้ำยามขาดแคลน

อย่างไรก็ตาม ผลจากการศึกษาข้อมูลด้านความอุปสงค์น้ำชลประทานของพื้นที่ พบว่า มากกว่าร้อยละ 80 ของผู้ใช้น้ำในคลองส่วนใหญ่ (66.67%) ยังมีความต้องการน้ำมากกว่าที่ชลประทานจัดสรรให้ รองลงมาได้แก่ ร้อยละ 60 – 80 ของผู้ใช้น้ำในคลอง (20.51%)

ตาราง 4-37 ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 2

ร้อยละของผู้ประสบปัญหา	คลอง	ร้อยละของคลอง
น้อยกว่าร้อยละ 20	18	2.56
ร้อยละ 20 - 40	17,36	5.13
ร้อยละ 40 - 60	9,37	5.13
ร้อยละ 60 - 80	1,2,3,4,5,16,25,35	20.51
มากกว่าร้อยละ 80	6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 39	66.67

(6) ปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน จากการสำรวจพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เคยประสบปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน โดยพบว่าปัญหาส่วนใหญ่ที่ประสบคือ ไม่มีน้ำใช้ทำนา เนื่องจากอยู่นอกแผนการส่งน้ำของชลประทาน บริเวณพื้นที่ที่ประสบปัญหานี้ พบว่าอยู่บริเวณคลองส่งน้ำชลประทานที่ 1, 14, 21, 23, 24, 28, 31, 32, 33 และ 34 รองมาคือปัญหาน้ำไม่พอใช้ทำนา เนื่องจากปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งมาให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร ซึ่งบริเวณพื้นที่ที่เกษตรกรประสบปัญหานี้จะอยู่บริเวณคลองส่วนน้ำชลประทานที่ 2, 3, 4, 7, 13, 25, 27, 29 และ 30 ปัญหาการแย่งน้ำชลประทานใช้นั้น พบว่า ส่วนใหญ่จะพบปัญหานี้อยู่บริเวณพื้นที่คลองชลประทานส่งน้ำที่ 15 และปัญหาอีกประการหนึ่งที่เกษตรกรประสบ คือ ปัญหาการได้รับน้ำชลประทานไม่เพียงพอ เนื่องจากพื้นที่ทำนาอยู่ปลายน้ำ พบว่าเกษตรกรที่ประสบปัญหานี้ส่วนใหญ่จะมีพื้นที่ทำนาอยู่บริเวณคลองชลประทานส่งน้ำที่ 5, 6, 16, 19 และ 20 ในขณะที่คลองส่งน้ำที่ 8 พบว่าเกษตรกรไม่ประสบปัญหาใดเลยเกี่ยวกับการใช้น้ำจากชลประทาน

ตาราง 4-38 ปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน

ปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน	คลองชลประทาน
ไม่ประสบ	18
ไม่มีน้ำใช้ทำนา เพราะชลประทานไม่ปล่อยน้ำ เนื่องจากอยู่นอกแผนส่งน้ำ	1, 14, 21, 23, 24, 28, 31, 32, 33, 34,12,22,17,11,38
มีน้ำใช้ทำนาแต่ไม่เพียงพอ เพราะน้ำจากชลประทานปล่อยมาไม่พอ	2, 3, 4, 7, 13, 25, 27, 29, 30,17,12,8, 36,37,10,26
มีน้ำใช้ทำนาแต่ไม่เพียงพอ เพราะมีการแย่งกันใช้	15,22,8,10,26, 9,35,39
มีน้ำใช้ทำนาแต่ไม่เพียงพอ เพราะอยู่ปลายน้ำ	5, 6, 16, 19, 20,11,38, 36,37,10,26, 9,35,39

4.4.5 ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์น้ำชลประทาน

ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำชลประทาน โดยศึกษาอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ของแต่ละโซนกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต ทำการหาความสัมพันธ์ (Correlation) โดยใช้สถิติ Pearson product moment correlation coefficient และสร้างสมการถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression) ระหว่างอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ของแต่ละโซนกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต โดยแบ่งกลุ่มของปัจจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 3 ด้าน คือ

(1) ปัจจัยด้านกายภาพ ตัวแปรที่นำมาพิจารณา ได้แก่

- จำนวนเนื้อที่ของพื้นที่ชลประทานตามประเภทที่รับน้ำ
- ขนาดของโซน (ความยาวคลอง/พื้นที่โซน)
- รูปร่างของโซน (จำนวนท่อส่งน้ำเข้านา (FTO) กับเส้นรอบพื้นที่ของคลองส่งน้ำ)

(2) ปัจจัยด้านชีวเคมี ตัวแปรที่นำมาพิจารณา ได้แก่

- อัตราการใช้ปุ๋ย/สารเคมี
- พื้นที่เก็บเกี่ยว
- ปริมาณน้ำรวมที่ส่ง

(3) ปัจจัยด้านสังคม ตัวแปรที่นำมาพิจารณา ได้แก่

- รายได้
- ฐานะของเกษตรกร
- ระดับการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ

จากตาราง 4-39 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุจำนวนผลผลิตต่อน้ำที่ใช้กับจำนวนเนื้อที่ของพื้นที่ชลประทานตามประเภทที่รับน้ำ พบว่า พื้นที่ชลประทานประเภท ก. และประเภท ค. มีค่าการทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และประเภทพื้นที่ชลประทานทุกประเภทสามารถอธิบายจำนวนผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานได้ร้อยละ 42.8 โดยที่พื้นที่ชลประทานประเภท ก. และประเภท ค. จะเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มผลผลิตจากการใช้น้ำ เมื่อต้องการให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โครงการชลประทาน จะต้องมีการจัดสรรน้ำให้กับพื้นที่ 2 ประเภทนี้มากขึ้น ซึ่งโครงการจะต้องพิจารณาถึงต้นทุนและผลผลิตที่เพิ่มความคุ้มกันไปตามความเหมาะสมและความคุ้มค่า ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ประการหนึ่งว่า ในพื้นที่ชลประทานประเภท ค. ยังมีการจัดการน้ำที่นำเข้ามาใช้ในแปลงนาที่ยังไม่ดีพอ เนื่องจากยังไม่มีการจัดรูปที่ดินหรือการพัฒนาาระบบส่งน้ำถึงระดับแปลงนา จึงมีความต้องการใช้น้ำสำหรับการเพาะปลูกมากกว่าที่ควรจะเป็น

ตาราง 4-39 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุระหว่างจำนวนผลผลิตต่อน้ำที่ใช้กับจำนวนเนื้อที่ของพื้นที่ชลประทานตามประเภทที่รับน้ำ

ตัวแปร	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	Beta	Std. Error	Beta		
(Constant)	0.61	0.06		10.07	0.00
พื้นที่ชลประทานประเภท ก.	0.00	0.00	0.43	2.26	0.03
พื้นที่ชลประทานประเภท ข.	0.00	0.00	-0.29	-1.53	0.14
พื้นที่ชลประทานประเภท ค.	0.00	0.00	0.63	4.79	0.00

ค่า $R = 0.654$, $R^2 = 0.428$ *p-value < 0.05

หมายเหตุ พื้นที่ชลประทาน

ประเภท ก. หมายถึง พื้นที่ชลประทานระดับ 1 มีการจัดรูปที่ดิน

ประเภท ข. หมายถึง พื้นที่ชลประทานระดับ 2 มีการพัฒนาถึงระดับแปลงนา

ประเภท ค. หมายถึง พื้นที่ชลประทานระดับ 3 มีระบบส่งน้ำ

จากตาราง 4-40 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลผลิตต่อน้ำจากโครงการชลประทานกับปัจจัยด้านกายภาพ พบว่า ความยาวคลอง จำนวนท่อลอดส่งน้ำ เส้นรอบพื้นที่ของคลองส่งน้ำ และเนื้อที่รับน้ำของคลองส่งน้ำ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p -value เท่ากับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานซึ่งรวมกับน้ำบาดาลที่เกษตรกรสูบน้ำมาใช้เองในช่วงเวลาการเพาะปลูก กับปัจจัยด้านกายภาพ พบว่า ความยาวคลอง จำนวนท่อลอดส่งน้ำ เส้นรอบพื้นที่ของคลองส่งน้ำ และเนื้อที่รับน้ำของคลองส่งน้ำ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p -value เท่ากับ 0.05 เช่นกัน สำหรับ สัดส่วนจำนวนท่อลอดส่งน้ำเข้ามากับเส้นรอบพื้นที่ของคลองส่งน้ำ และ สัดส่วนความยาวคลองกับเนื้อที่รับน้ำของคลองส่งน้ำ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ของโครงการชลประทานและผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน ดังกล่าวข้างต้น

ตาราง 4-40 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้านกายภาพ

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R)	
	ผลผลิตต่อน้ำจากโครงการชลประทาน	ผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน
ความยาวคลอง	0.417 *	0.383 *
จำนวนท่อลอดส่งน้ำ (Fto)	0.371 *	0.349 *
เส้นรอบพื้นที่ของคลองส่งน้ำ	0.366 *	0.350 *
เนื้อที่รับน้ำของคลองส่งน้ำ	0.622 *	0.522 *
สัดส่วนจำนวนท่อลอดส่งน้ำเข้ามากับเส้นรอบพื้นที่ของคลองส่งน้ำ	0.036	0.005
สัดส่วนความยาวคลองกับเนื้อที่รับน้ำของคลองส่งน้ำ	-0.216	-0.154

* p -value < 0.05

จากตาราง 4-41 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลผลิตต่อน้ำจากโครงการชลประทานกับปัจจัยด้านชีวเคมี พบว่า ความต้องการใช้น้ำในช่วงฤดูแล้ง และปริมาณน้ำในช่วงฤดูแล้ง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p-value เท่ากับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานรวมกับน้ำบาดาลที่เกษตรกรสูบขึ้นมาใช้ กับปัจจัยด้านชีวเคมี ซึ่งพบว่า ปริมาณน้ำในช่วงฤดูแล้ง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p-value เท่ากับ 0.05 เช่นกัน และเป็นที่น่าสังเกตว่า ความต้องการใช้น้ำและปริมาณน้ำที่ต้องการใช้มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ของโครงการชลประทานและน้ำรวมทั้งหมดที่ใช้ในการเพาะปลูก หมายความว่า หากมีการส่งน้ำหรือเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนให้กับพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้นจะทำให้ผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ใช้สูงขึ้นด้วย สำหรับ อัตราการใช้ปุ๋ยเฉลี่ย พื้นที่เก็บเกี่ยวต่อรายเฉลี่ย และพื้นที่เพาะปลูกต่อรายเฉลี่ย พบว่า มีความสัมพันธ์กับผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ของโครงการชลประทานและผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานน้อยมาก และเป็นไปในทิศทางลบ

ตาราง 4-41 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้านชีวเคมี

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R)	
	ผลผลิตต่อน้ำจากโครงการชลประทาน	ผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน
อัตราการใช้ปุ๋ยเฉลี่ย	-0.008	-0.053
ความต้องการใช้น้ำในช่วงฤดูฝน	0.227	0.234
ความต้องการใช้น้ำในช่วงฤดูแล้ง	0.319 *	0.309
ปริมาณน้ำในช่วงฤดูฝน	0.227	0.234
ปริมาณน้ำในช่วงฤดูแล้ง	0.411 *	0.372 *
พื้นที่เก็บเกี่ยวต่อรายเฉลี่ย	-0.204	-0.297
พื้นที่เพาะปลูกต่อรายเฉลี่ย	-0.134	-0.199

*p-value < 0.05

จากตาราง 4-42 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลผลิตต่อน้ำจากโครงการชลประทานกับ ปัจจัยด้านสังคม พบว่า รายได้ของเกษตรกร ฐานะเกษตรกร การมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ และการ เป็นสมาชิกของกลุ่มผู้ใช้น้ำ มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับ ความสัมพันธ์ ระหว่าง ผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานรวมกับน้ำบาดาลที่เกษตรกรสูบขึ้นมาใช้ กับ ปัจจัยด้านชีวเคมี โดยที่ ฐานะเกษตรกร และการเป็นสมาชิกของกลุ่มผู้ใช้น้ำ มีความสัมพันธ์กับ ผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p -value เท่ากับ 0.05 หมายความว่า ในพื้นที่รับน้ำใดที่มีเกษตรกรที่มีรายได้สูงและฐานะที่ดี เป็นสมาชิก ของกลุ่มผู้ใช้น้ำและมีส่วนร่วมในการดำเนินงานของกลุ่มผู้ใช้น้ำ จะมีการดูแลหรือวิธีการที่จะเพิ่ม ผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ใช้สูงขึ้นด้วย

ตาราง 4-42 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้าน สังคม

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R)	
	ผลผลิตต่อน้ำจากโครงการชลประทาน	ผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน
รายได้ของเกษตรกร	0.136	0.252
ฐานะเกษตรกร	0.111	0.364 *
การมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ	0.235	0.293
การเป็นสมาชิกของกลุ่มผู้ใช้น้ำ	0.294	0.373 *

* p -value < 0.05

ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำชลประทาน โดยศึกษาอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ ของแต่ละโซนกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต ได้ทำการนำตัวแปรข้อมูลด้านสังคมและชีวเคมี ซึ่งได้ จากแบบสัมภาษณ์ ข้อมูลด้านกายภาพจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล มาจัดให้อยู่ ในรูปของค่ามาตรฐาน (standardized) เพื่อการคำนวณทางสถิติโดยต้องมีการแบ่งกลุ่มของข้อมูล แต่ละตัวแปรทางสถิติโดยใช้วิธี K-mean Clustering จากนั้นจะได้ข้อมูลตัวแปรที่มีการแยกกลุ่ม แล้วเข้าสู่การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มโดยวิธี Discriminant Analysis เพื่อให้ได้ค่า Predicted group membership ซึ่งพิจารณาจากค่า Discriminant score และทำการแปลงค่า (Recode) จากการ แปลความทางสถิติจาก Group Statistics จะได้ค่าทำนายระดับผลผลิตต่อน้ำที่ใช้จากแต่ละปัจจัย หลังจากนั้นได้อธิบายผลของตัวแปรที่มีผลภายในแต่ละปัจจัยเองโดยการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุ

จากตาราง 4-42 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลผลิตต่อน้ำจากโครงการชลประทานกับ ปัจจัยด้านสังคม พบว่า รายได้ของเกษตรกร ฐานะเกษตรกร การมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ และการ เป็นสมาชิกของกลุ่มผู้ใช้น้ำ มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับ ความสัมพันธ์ ระหว่าง ผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานรวมกับน้ำบาดาลที่เกษตรกรสูบขึ้นมาใช้ กับ ปัจจัยด้านชีวเคมี โดยที่ ฐานะเกษตรกร และการเป็นสมาชิกของกลุ่มผู้ใช้น้ำ มีความสัมพันธ์กับ ผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p -value เท่ากับ 0.05 หมายความว่า ในพื้นที่รับน้ำใดที่มีเกษตรกรที่มีรายได้สูงและฐานะที่ดี เป็นสมาชิก ของกลุ่มผู้ใช้น้ำและมีส่วนร่วมในการดำเนินงานของกลุ่มผู้ใช้น้ำ จะมีการดูแลหรือวิธีการที่จะเพิ่ม ผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ใช้สูงขึ้นด้วย

ตาราง 4-42 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้าน สังคม

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R)	
	ผลผลิตต่อน้ำจากโครงการชลประทาน	ผลผลิตต่อน้ำทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน
รายได้ของเกษตรกร	0.136	0.252
ฐานะเกษตรกร	0.111	0.364 *
การมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำ	0.235	0.293
การเป็นสมาชิกของกลุ่มผู้ใช้น้ำ	0.294	0.373 *

* p -value < 0.05

ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำชลประทาน โดยศึกษาอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ของแต่ละโซนกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต ได้ทำการนำตัวแปรข้อมูลด้านสังคมและชีวเคมี ซึ่งได้จากแบบสัมภาษณ์ ข้อมูลด้านกายภาพจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล มาจัดให้อยู่ในรูปของค่ามาตรฐาน (standardized) เพื่อการคำนวณทางสถิติโดยต้องมีการแบ่งกลุ่มของข้อมูลแต่ละตัวแปรทางสถิติโดยใช้วิธี K-mean Clustering จากนั้นจะได้ข้อมูลตัวแปรที่มีการแยกกลุ่มแล้วเข้าสู่การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มโดยวิธี Discriminant Analysis เพื่อให้ได้ค่า Predicted group membership ซึ่งพิจารณาจากค่า Discriminant score และทำการแปลงค่า (Recode) จากการแปลความทางสถิติจาก Group Statistics จะได้ค่าทำนายระดับผลผลิตต่อน้ำที่ใช้จากแต่ละปัจจัย หลังจากนั้นได้อธิทธิพลของตัวแปรที่มีผลภายในแต่ละปัจจัยเองโดยการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุ

(Multiple Regression) ระหว่างค่า Discriminant score ที่แปลงค่าแล้วกับค่าที่อยู่ในรูปมาตรฐานของข้อมูลตัวแปร ซึ่งสามารถเสนอผลการศึกษาดังตาราง 4-43 ถึง ตาราง 4-46

ตาราง 4-43 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราการผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับปัจจัยด้านกายภาพ

ตัวแปร	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	Beta	Std. Error	Beta		
(Constant)	0.000	0.128		0.000	1.000
ความยาวคลอง (zlenght)	0.368	1.100	0.368	0.334	0.740
จำนวนท่อลอดส่งน้ำ (zfto)	-1.381	1.171	-1.381	-1.179	0.247
เส้นรอบพื้นที่ของคลองส่งน้ำ (zperi)	-0.047	0.614	-0.047	-0.076	0.940
เนื้อที่รับน้ำของคลองส่งน้ำ (zarea)	1.508	0.410	1.508	3.682	0.001 *

ค่า R = 0.656 , R^2 = 0.430 *p-value < 0.05

จากตาราง 4-43 พบว่า มีเพียงตัวแปรเนื้อที่รับน้ำของคลองส่งน้ำ ที่มีค่าการทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 อย่างไรก็ตาม ตัวแปรปัจจัยด้านกายภาพ สามารถทำนายอัตราการผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรทั้งหมดสามารถใช้ร่วมกันอธิบายอัตราการผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานของพื้นที่ได้ร้อยละ 43.0 ซึ่งสามารถนำมาสร้างเป็นสมการพยากรณ์พหุคูณ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปค่ามาตรฐาน (Standardized coefficients) เพื่ออธิบายอัตราการผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน ดังสมการ 4-14

$$IWU_{Phy} = 0.368(zlenght) - 1.381(zfto) - 0.047(zperi) + 1.508 (zarea) \quad (\text{สมการ 4-16})$$

โดยที่ IWU_{Phy} หมายถึง อัตราการผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน และ $zlenght$, $zfto$, $zperi$ และ $zarea$ หมายถึง ค่าในรูปมาตรฐานของตัวแปร ความยาวของคลองส่งน้ำ จำนวนท่อลอดส่งน้ำ เส้นรอบพื้นที่ของคลองส่งน้ำ และเนื้อที่รับน้ำของคลองส่งน้ำ ตามลำดับ

จากตาราง 4-44 พบว่า ตัวแปรจำนวนเนื้อที่เก็บเกี่ยวเฉลี่ยจำนวนเนื้อที่เพาะปลูกเฉลี่ย ความต้องการใช้น้ำช่วงฤดูฝน ความต้องการใช้น้ำช่วงฤดูแล้ง และปริมาณการใช้น้ำช่วงฤดูแล้ง มีค่าการทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งตัวแปรปัจจัยด้านชีวเคมีทั้งหมดสามารถทำนายอัตราผลผลิตต่อพื้นที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรทั้งหมดสามารถใช้ร่วมกันอธิบายอัตราผลผลิตต่อพื้นที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานของพื้นที่ได้ร้อยละ 85.8 ซึ่งสามารถนำมาสร้างเป็นสมการพยากรณ์พหุคูณ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปค่ามาตรฐาน (Standardized coefficients) เพื่ออธิบายอัตราผลผลิตต่อพื้นที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน ดังสมการที่ 4-17

$$\begin{aligned} IWU_{\text{BioChem}} = & 0.046(zferti) - 1.081(zprodarea) + 0.967(zplarea) - 1.469(zrainwd) \\ & - 4.392(zdrywd) + 6.088(zqdryw) \end{aligned} \quad (\text{สมการ 4-17})$$

โดยที่ IWU_{BioChem} หมายถึง อัตราผลผลิตต่อพื้นที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน และ $zferti$, $zprodarea$, $zplarea$, $zrainwd$, $zdrywd$ และ $zqdryw$ หมายถึง ค่าในรูปมาตรฐานของตัวแปรอัตราการใช้ปุ๋ยต่อไร่เฉลี่ย จำนวนเนื้อที่เก็บเกี่ยวเฉลี่ย จำนวนเนื้อที่เพาะปลูกเฉลี่ย ความต้องการใช้น้ำช่วงฤดูฝน ความต้องการใช้น้ำช่วงฤดูแล้ง และปริมาณการใช้น้ำช่วงฤดูแล้ง ตามลำดับ

ตาราง 4-44 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับปัจจัยด้านชีวเคมี

ตัวแปร	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	Beta	Std. Error	Beta		
(Constant)	0.000	0.066		0.000	1.000
อัตราการใช้ปุ๋ยต่อไร่เฉลี่ย (zferti)	0.046	0.068	0.046	0.668	0.509
จำนวนเนื้อที่เก็บเกี่ยวเฉลี่ย (zprodarea)	- 1.081	0.326	- 1.081	- 3.317	0.002 *
จำนวนเนื้อที่เพาะปลูกเฉลี่ย (zplarea)	0.967	0.314	0.967	3.082	0.004 *
ความต้องการใช้น้ำช่วงฤดูฝน (zrainwd)	- 1.469	0.570	- 1.469	- 2.576	0.015 *
ความต้องการใช้น้ำช่วงฤดูแล้ง (zdrywd)	- 4.392	1.089	- 4.392	- 4.032	0.000 *
ปริมาณการใช้น้ำช่วงฤดูแล้ง (zqdryw)	6.088	0.668	6.088	9.119	0.000 *

ค่า $R = 0.926$, $R^2 = 0.858$ *p-value < 0.05

จากตาราง 4-45 พบว่า ไม่พบว่ามีเพียงตัวแปรใดที่มีค่าการทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 อย่างไรก็ตาม ตัวแปรปัจจัยด้านสังคม สามารถทำนายอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรทั้งหมดสามารถใช้ร่วมกันอธิบายอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานของพื้นที่ได้ร้อยละ 9.6 ซึ่งสามารถนำมาสร้างเป็นสมการพยากรณ์พหุคูณ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปค่ามาตรฐาน (Standardized coefficients) เพื่ออธิบายอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน ดังสมการ 4-18

$$IWU_{phy} = 0.074(zincome) - 0.002(zposi) - 0.172(zparti) + 0.437(zmemb) \quad (\text{สมการ 4-18})$$

โดยที่ IWU_{phy} หมายถึง อัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน และ $zincome$, $zposi$, $zparti$ และ $zmemb$ หมายถึง ค่าในรูปมาตรฐานของตัวแปร รายได้ของเกษตรกร ฐานะของเกษตรกร การมีส่วนร่วมในกลุ่มผู้ใช้น้ำ และการเป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ ตามลำดับ

ตาราง 4-45 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับปัจจัยด้านสังคม

ตัวแปร	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	Beta	Std. Error	Beta		
(Constant)	0.000	0.161		0.000	1.000
รายได้ของเกษตรกร (zincome)	0.074	0.168	0.074	0.441	0.662
ฐานะของเกษตรกร (zposi)	- 0.002	0.178	- 0.002	- 0.009	0.993
การมีส่วนร่วมในกลุ่มผู้ใช้น้ำ (zparti)	- 0.172	0.398	- 0.172	- 0.433	0.667
การเป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ (zmemb)	0.437	0.401	0.437	1.092	0.283

ค่า $R = 0.313$, $R^2 = 0.096$ *p-value < 0.05

จากตาราง 4-46 แสดงการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ พบว่า ทุกกลุ่มปัจจัยมีค่าการทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งกลุ่มปัจจัยทั้งหมด สามารถทำนายอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มปัจจัย

ทั้งหมดสามารถใช้ร่วมกันอธิบายอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานของพื้นที่ได้ร้อยละ 96.3 ซึ่งสามารถนำมาสร้างเป็นสมการพยากรณ์พหุคูณ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปค่ามาตรฐาน (Standardized coefficients) เพื่ออธิบายอัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน ดังสมการ 4-19

$$IWU_{Ply} = 0.235(IWU_{Phy}) - 0.780(IWU_{BioChem}) - 0.583 (IWU_{soc}) \quad (\text{สมการ 4-19})$$

โดยที่ IWU_{Ply} หมายถึง อัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทาน และ IWU_{Phy} , $IWU_{BioChem}$ และ IWU_{soc} หมายถึง ปัจจัยด้านกายภาพ ปัจจัยด้านชีวเคมี และปัจจัยด้านสังคม ตามลำดับ

ตาราง 4-46 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อน้ำที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับ ปัจจัยด้านกายภาพ ชีวเคมี และด้านสังคม หลังจากทำการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

ตัวแปร	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	Beta	Std. Error	Beta		
(Constant)	3.000	0.067		45.099	0.000
ปัจจัยด้านกายภาพ (IWU_{Phy})	0.167	0.024	0.235	7.064	0.000
ปัจจัยด้านชีวเคมี ($IWU_{BioChem}$)	-0.345	0.015	-0.780	-23.636	0.000
ปัจจัยด้านสังคม (IWU_{soc})	-0.207	0.012	-0.583	-17.625	0.000

ค่า $R = 0.981$, $R^2 = 0.963$ *p-value < 0.05

บทที่ 5

แบบจำลองความต้องการน้ำประปา

5.1 การสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

5.1.1 บทนำ

น้ำประปาเป็นปัจจัยสำคัญขั้นพื้นฐานที่ช่วยสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในประเทศ อีกทั้งยังมีความจำเป็นต่ออุตสาหกรรมการผลิตเกือบทุกชนิด ในปัจจุบันความต้องการใช้น้ำประปามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะชุมชนเมืองซึ่งมีความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ธุรกิจ ร้านค้า ร้านอาหาร หน่วยงานราชการ อุตสาหกรรม และการใช้น้ำในด้านอื่น ๆ เช่น น้ำเพื่อสวนสาธารณะ สระว่ายน้ำ และการป้องกันอัคคีภัย เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้น้ำในเมืองจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของลักษณะภูมิประเทศ ฤดูกาล การประกอบการอุตสาหกรรม ขนาดของชุมชน มาตรฐานการครองชีพของประชากร นิสัยและการปฏิบัติตัวของประชากรในชุมชน การให้บริการน้ำประปา และคุณภาพน้ำ (พิจิต, 2525)

คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้กำหนดให้จังหวัดพิษณุโลก เป็นเมืองศูนย์กลางการค้าและบริการในเขตภาคเหนือตอนล่าง ทำให้จังหวัดพิษณุโลกมีการเจริญเติบโตมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการขยายพื้นที่ในเขตเทศบาลที่จากเดิมมีพื้นที่การปกครอง 5.85 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2478 เป็น 18.26 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2512 (สำนักงานเทศบาลนครพิษณุโลก, 2544) สภาพพื้นที่ทั่วไปพบว่าเมืองพิษณุโลกตั้งอยู่บนพื้นที่คันดินธรรมชาติ (Natural Levee) สองฝั่งแม่น้ำ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 42 เมตร มีทิศทางการลาดเท (Slope Aspect) หันออกจากแม่น้ำไปทางตะวันออกและตะวันตกสองทิศทาง สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำน่านไหลผ่านกลางเมือง จากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ แบ่งเขตพื้นที่เทศบาลออกเป็นสองฝั่ง ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำซึ่งมีถนนบรมไตรโลกนาถ เอกาทศรัฐ และถนนศรีธรรมไตรปิฎก เป็นถนนตัดขนานไปกับแม่น้ำน่าน และมีพื้นที่ประมาณ 13.05 ตารางกิโลเมตร ส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งประกอบธุรกิจ ศูนย์กลางคมนาคม (ทางรถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน) ศูนย์กลางการติดต่อสื่อสารและบริการ ส่วนฝั่งตะวันตกของแม่น้ำน่าน มีพื้นที่ประมาณ 5.21 ตารางกิโลเมตร ส่วนใหญ่จะเป็นที่ตั้งของหน่วยงานราชการ ศาลากลางจังหวัด สถาบันการศึกษา และอาคารที่พักอาศัย ทางทิศใต้ของเมืองเป็นที่ตั้งของสนามบินจังหวัด

มหาวิทยาลัยนเรศวร โรงพยาบาล และวิทยาลัยพยาบาล อาคราที่พักอาศัย และอุตสาหกรรม (สำนักงานเทศบาลนครพิษณุโลก, 2544)

การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินและจำนวนประชากร ทำให้เทศบาลนครพิษณุโลก ต้องมีการวางแผนการดำเนินการในด้านการจัดระบบสาธารณูปโภค และสาธารณูปการให้เพียงพอ เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการของประชาชนได้อย่างทั่วถึง การจัดระบบการให้บริการน้ำประปาในเขตชุมชนเมืองเป็นระบบงานที่เทศบาลนครพิษณุโลกได้ให้ความสำคัญ โดยได้กำหนดเขตพื้นที่ให้บริการน้ำประปาขึ้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการให้บริการ และการติดตามตรวจสอบในกรณีที่เกิดปัญหาเรื่องร้องเรียนต่าง ๆ (กองการประปาเทศบาลนครพิษณุโลก, 2544) ปัจจุบันปริมาณความต้องการใช้น้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ในบางช่วงการให้บริการน้ำประปาของเทศบาลได้ประสบกับปัญหาน้ำไม่เพียงพอกับความต้องการของประชากรในบางพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุปัจจัยหลายประการ อาทิเช่น แหล่งน้ำดิบที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นน้ำประปาเพื่อส่งจ่ายให้กับประชาชนในเขตเทศบาลนั้นมาจากแม่น้ำน่านเพียงแหล่งเดียว อีกทั้งโรงกรองและผลิตน้ำประปาในปัจจุบันมีเพียงแห่งเดียว จึงเป็นเหตุให้ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน ทางหน่วยงานได้แก้ไขโดยการเพิ่มกำลังการผลิตน้ำ และส่งน้ำเพื่อให้ทันกับความต้องการของประชาชน โดยในช่วงฤดูร้อนจะทำการเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 150 ลบ.ม./ชม. ในขณะที่ในช่วงฤดูอื่น ๆ จะทำการผลิตอยู่ที่ประมาณ 100 ลบ.ม./ชม. (สำนักงานเทศบาลนครพิษณุโลก, 2544) ดังนั้น การทราบถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้น้ำประปาจะสามารถนำไปใช้ในการคาดประมาณปริมาณน้ำที่จ่ายเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของประชาชนในแต่ละเขตให้บริการน้ำประปาได้ในอนาคต

5.1.2 วัตถุประสงค์

- (1) วิเคราะห์อัตราการใช้และ การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตเมือง
- (2) สร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปาตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

5.1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

- (1) ทราบปริมาณความต้องการน้ำ (Water Demand) ในปัจจุบัน และปริมาณความต้องการน้ำในอนาคต (ตามปีเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ ในปี พ.ศ. 2545, 2550, 2555, 2560 และ 2565)
- (2) ทราบปัจจัยด้านประชากร เศรษฐกิจ สังคม และปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา

(3) ได้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์ความต้องการน้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก และสามารถนำแบบจำลองไปประยุกต์เพื่อหาความต้องการน้ำในพื้นที่ศึกษาในจังหวัดใกล้เคียงหรือในจังหวัดอื่น ๆ

(4) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ และเอกชน ที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย เพื่อนำไปปรับปรุงและหาแนวทางในการจัดการด้านการใช้น้ำประปาในเขตเมือง ให้สามารถเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

5.1.4 ขอบเขตของการวิจัย

(1) พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ใน "เขตเทศบาลนครพิษณุโลก" พื้นที่ทั้งหมด 18.26 ตารางกิโลเมตร ซึ่งพื้นที่การให้บริการน้ำประปาแบ่งออกเป็น 14 เขตบริการน้ำประปา

(2) พิจารณาปริมาณความต้องการน้ำประปาในชุมชนเมือง ตามการแบ่งเขตพื้นที่การให้บริการน้ำประปาที่กองการประปาเทศบาลนครพิษณุโลก กำหนดไว้ทั้งหมด 14 เขต โดยที่กำหนดให้เฉพาะเขตที่ 13 เป็นเขตการใช้น้ำของหน่วยงานราชการ ซึ่งกระจายอยู่ตามเขตพื้นที่ให้บริการน้ำประปาเขตอื่นๆ

(3) ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ

(3.1) การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย (Residential Land Use) ได้แก่ อาคารที่พักอาศัย

(3.2) การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย (Non Residential Land Use) แบ่งเป็น 4 ประเภทคือ อาคารพาณิชย์กรรม อาคารอุตสาหกรรม อาคารหน่วยงานราชการ และอาคารประเภทอื่นๆ

(4) ปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษาความต้องการน้ำประปา พิจารณาตามตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ได้ดังนี้

(4.1) ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ (1) ตัวแปรด้านประชากร เศรษฐกิจ สังคม ได้แก่ จำนวนประชากรของแต่ละพื้นที่ ให้บริการน้ำประปาเทศบาลนครพิษณุโลก จำนวนสมาชิกในแต่ละหลังคาเรือน ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละพื้นที่ให้บริการน้ำประปา รายได้ของครัวเรือนต่อเดือน อาชีพหลักของครัวเรือน และค่าน้ำประปาต่อเดือน และ(2) ตัวแปรด้านประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ จำนวนบ้านเรือน และอาคาร ลักษณะที่พักอาศัย เนื้อที่พักอาศัยทั้งหมด เนื้อที่ใช้สอย ขนาด

เนื้อที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินต่าง ๆ และเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของเนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท

(4.2) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ปริมาณการใช้น้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก

(5) ออกแบบฐานข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) พร้อมทั้งกำหนดรหัสข้อมูลเพื่อให้เป็นฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้สามารถประมวลผล หรือแสดงผลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS)

(6) คำนวณหาอัตราการใช้น้ำประปาในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อคน และ ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร แล้วนำไปเปรียบเทียบกับอัตราการใช้น้ำที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน หรืออัตราการใช้น้ำของจังหวัดอื่น ๆ ที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว เพื่อประเมินสถานการณ์การใช้น้ำของเทศบาลนครพิษณุโลก

(7) พยากรณ์ความต้องการน้ำประปาของพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกจากจำนวนประชากรที่คาดว่าจะเปลี่ยนแปลงไป ตามปีเป้าหมายที่กำหนดไว้ในการศึกษา

5.1.5 ประชากรตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างประชากรตามเขตการให้บริการน้ำประปาทั้ง 13 เขตบริการ โดยใช้ข้อมูลประชากรรายเขตที่คำนวณได้จากระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของปี 2543 มากำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา โดยใช้วิธีคำนวณจากสูตรของยามานะ (Yamane, 1973) ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (\text{สมการ 5-1})$$

เมื่อ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 N = จำนวนประชากร
 e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างซึ่งกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05

เนื่องจากสถิติประชากรในเขตเทศบาลของปีล่าสุดที่มีรายงาน คือ พ.ศ. 2545 พบว่าจำนวนประชากร (N) มีทั้งหมด 85,845 คน ดังนั้นจากการคำนวณจึงได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากร (n) ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยทั้งสิ้น 398 ราย ดังรายละเอียดในตาราง 5-1

การสุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยแบ่งกลุ่มประชากรผู้ใช้น้ำตามพื้นที่การให้บริการน้ำประปาทั้งหมดจาก 14 เขต (ตัดเขตที่ 13 ซึ่ง

จัดเป็นเขตการใช้น้ำของหน่วยงานราชการ ซึ่งพบกระจายอยู่ทั่วไปตามเขตการให้บริการต่าง ๆ) ดังนั้นจึงมีเขตการให้บริการน้ำประปาที่ใช้ในการศึกษาจริง อยู่ 13 เขตบริการ และเมื่อได้ทำการคำนวณเพื่อหาขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสูตรข้างต้นแล้ว จึงนำมาทำการเทียบสัดส่วนของประชากรผู้ใช้น้ำกับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา ดังตาราง 5-1

ตาราง 5-1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา

เขตการให้บริการน้ำประปา	จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา (N) (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา (n)
1	4,036	19
2	10,871	50
3	3,386	16
4	2,211	10
5	4,450	21
6	10,562	49
7	7,294	34
8	10,472	49
9	4,579	21
10	5,001	23
11	7,134	33
12	8,818	41
13	-	-
14	7,031	33
ผลรวม	85,845	398

5.1.6 ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลในระดับทุติยภูมิ ซึ่งได้จากหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลจากสำนักงานเทศบาลนครพิษณุโลก สำนักงานผังเมืองจังหวัดพิษณุโลก และสำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก โดยข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวมมีดังนี้

(1) ข้อมูลแผนที่เชิงตัวเลข (Digital map) มาตราส่วน 1 : 4,000 ในรูปฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นฐานข้อมูลในปี พ.ศ.2543 ได้แก่ แผนที่กำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตของผังเมืองรวมจังหวัดพิษณุโลก ขอบเขตพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก แนวเส้นแม่น้ำแหล่งน้ำ แนวเส้นถนนสายหลักและสายรอง เขตการให้บริการน้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก (ทั้ง 14 เขตบริการ ยกเว้นเขตที่ 13) และตำแหน่งที่ตั้งการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทอาคาร

(2) ข้อมูลปริมาณน้ำประปา ได้รวบรวมข้อมูลในส่วนนี้จากฝ่ายผลิตและส่งน้ำประปาเทศบาลนครพิษณุโลก ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำดิบที่สูบได้ ปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ และปริมาณน้ำสูญเสีย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2545 จำนวนรายผู้ใช้น้ำ ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายให้กับผู้ใช้น้ำในแต่ละเขตให้บริการน้ำประปา ในช่วงปี พ.ศ.2535 – 2545

(3) ข้อมูลจำนวนประชากร ได้ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากกองทะเบียนราษฎรเทศบาลนครพิษณุโลก ได้แก่ ข้อมูลจำนวนประชากรรวมในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ความหนาแน่นของจำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 – 2545

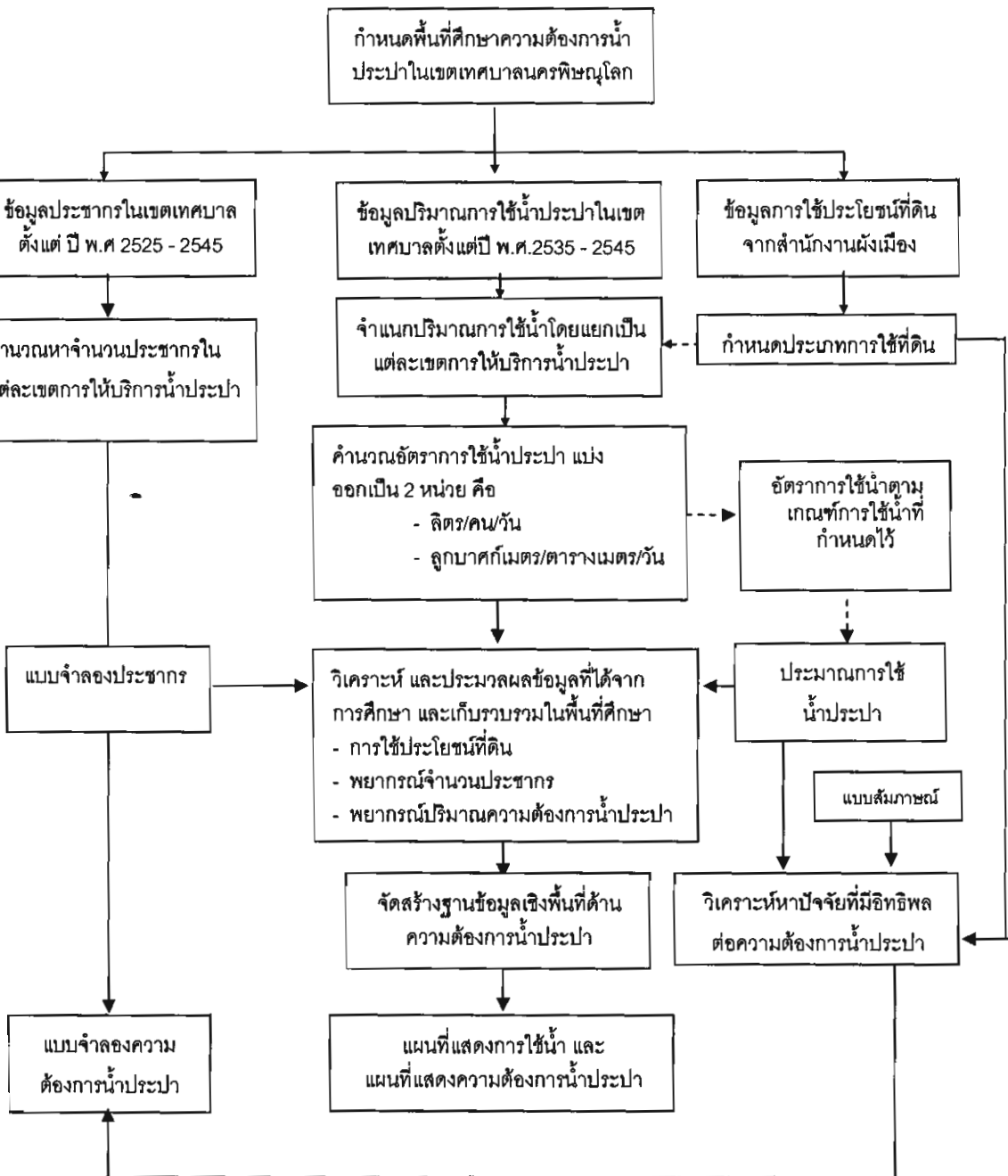
(4) ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้ใช้น้ำประปาในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา โดยแบ่งการสัมภาษณ์ออกเป็น 3 ส่วน โดยในการสัมภาษณ์จะสัมภาษณ์กลุ่มผู้ใช้น้ำประเภทผู้อยู่อาศัยภายในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ตอนที่ 1 เป็นการสัมภาษณ์ทั่วไปเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ภูมิลำเนา ตอนที่ 2 เป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลครัวเรือน ได้แก่ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยของครัวเรือนต่อเดือน จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ขนาดเนื้อที่ที่ใช้สอย ประเภทอาคารที่พักอาศัย และตอนที่ 3 เป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลการใช้น้ำของครัวเรือน โดยให้เลือกตอบในข้อที่เกี่ยวข้อง และให้ระบุนรายละเอียดเกี่ยวกับการราคาน้ำที่ต้องจ่ายของครัวเรือนต่อเดือน รวมถึงทัศนคติของผู้ใช้น้ำที่มีต่อการให้บริการน้ำประปาของเทศบาลนครพิษณุโลก

5.1.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยส่วนนี้มีกรอบการดำเนินการดังภาพ 5-1 โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

(1) การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน สำหรับในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ การอยู่อาศัย การพาณิชย์กรรม การอุตสาหกรรม หน่วยงานราชการ และอาคารประเภทอื่นๆ ในการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของการใช้ประโยชน์อาคารแต่ละประเภท โดยพิจารณาจากระยะทางที่ห่างจากศูนย์กลางเมือง (CBD) โดยการกำหนดขอบเขตพื้นที่ (Buffer) ตามระยะที่

กำหนดเพื่อปิดล้อมข้อมูล ซึ่งกำหนดให้มีระยะห่างทุก ๆ ระยะ 600 เมตร (ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั้งเทศบาลมีทั้งหมด 8 ช่วง) เพื่อพิจารณาถึงแนวโน้มการขยายตัวของชุมชนในอนาคต



ภาพ 5-1 กรอบการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

(2) การวิเคราะห์จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา โดยคำนวณจำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกจากจำนวนครัวเรือนในแต่ละเขตบริการน้ำประปา (จากข้อมูลแผนที่เชิงเลข) คูณด้วยสัมประสิทธิ์ขนาดครัวเรือน ซึ่งในเขตเทศบาลมีค่าสัมประสิทธิ์ขนาดครัวเรือนเฉลี่ย 3.2 คนต่อครัวเรือนส่วนบุคคล (ตามที่ได้ประมาณการไว้ในสำมะโนประชากรและการเคหะ พ.ศ. 2543) ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรดังนี้

$$P_{nz} = HH_z \times PH_h \quad (\text{สมการ 5-2})$$

โดยที่ P_{nz} = จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาที่คำนวณได้จากฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (คน)

HH_z = จำนวนอาคารของแต่ละประเภทที่อยู่อาศัย ในแต่ละพื้นที่ให้บริการน้ำประปาที่ได้จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

PH_h = ค่าสัมประสิทธิ์ขนาดครัวเรือน หรือจำนวนประชากรเฉลี่ยต่อครัวเรือนของแต่ละประเภทอาคารที่อยู่อาศัย (คนต่ออาคาร)

z = เขตการให้บริการน้ำประปา (เขตการให้บริการที่ 1 ถึง 12 และ 14)

h = รหัสอาคารประเภทที่อยู่อาศัย ซึ่งในการศึกษานี้แยกประเภทที่อยู่อาศัยออกเป็น 8 ประเภทคือ บ้านเดี่ยว บ้านแฝด ทาวน์เฮ้าส์ ห้องแถว ตึกแถว/อาคารครึ่งตึก-ครึ่งไม้ เรือนแพ คอนโดมิเนียม และประเภทอื่น ๆ

(3) การพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคต เนื่องจากการเพิ่มของจำนวนประชากรในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกโดยภาพรวมมีอัตราการเพิ่มค่อนข้างคงที่ และในอนาคตจะยังคงมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในการพยากรณ์จำนวนประชากรในครั้งนี้จึงใช้สูตรคณิตศาสตร์ Exponential growth ซึ่งเป็นสูตรที่นิยมใช้ในการประมาณการเพิ่มของประชากรแบบต่อเนื่อง เนื่องจากสูตรนี้เป็นแบบจำลองที่จำลองอัตราการเพิ่มแบบเรขาคณิตได้ดีในระดับหนึ่ง (คู่มือการจัดทำเอกสารรายงานวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวางผังเมืองรวม, 2539) ในการพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคตมีการคำนวณตามลำดับ ดังนี้

(3.1) คำนวณหาอัตราเพิ่มของจำนวนประชากร

$$r = \ln[P_n / P_o] / n \times 100 \quad (\text{สมการ 5-3})$$

โดยที่ r = อัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร

P_n = ประชากรปีฐาน (ซึ่งเป็นปีปัจจุบัน)

Po = ประชากรปีที่ศึกษาย้อนหลัง (ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มี) เช่น ข้อมูลย้อนหลังมี 10 ปี
 n = จำนวนปีระหว่างปี Pn และ Po ที่ทำการศึกษา (5 ปี 10 ปี 15 ปี และ 20 ปี)
 (3.2) คำนวณหาจำนวนประชากรในอนาคต

$$Pn+ = \text{Anti In}(r / 100 * n) * Po \quad (\text{สมการ 5-4})$$

โดยที่ Pn+ = ประชากรในปีที่ต้องการพยากรณ์
 Po = ประชากรปีที่ศึกษาย้อนหลัง

(4) การวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำประปา การวิเคราะห์ในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ
 (1) อัตราการใช้น้ำต่อคน ซึ่งเป็นกรณีการให้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย (หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อคน และลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร) ตามลำดับ และ (2) อัตราการใช้น้ำต่อพื้นที่ ซึ่งเป็นกรณีการให้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย (หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร) โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

(4.1) อัตราการใช้น้ำต่อคน

$$RPHz = MWCz / Pnz \quad (\text{สมการ 5-5})$$

โดยที่ RPHz = อัตราการใช้น้ำประปาเพื่อการอยู่อาศัย (ลบ.ม./คน/ปี)
 MWCz = ปริมาณการใช้น้ำประปาเพื่อการอยู่อาศัย (ลบ.ม./ปี)
 Pnz = จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาที่คำนวณได้จาก
 ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (คน)

(4.2) อัตราการใช้น้ำต่อเนื้อที่

$$RPAz = MWCz / Az \quad (\text{สมการ 5-6})$$

โดยที่ RPAz = อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ
 (ลบ.ม./ตร.ม./ปี)
 MWCz = ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท
 (ลบ.ม./ปี)
 Az = เนื้อที่ของอาคารที่คำนวณได้จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
 (ตร.ม)

(5) การนำค่าที่วิเคราะห์ได้มาจัดทำเป็นฐานข้อมูลคุณลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่เขตให้บริการน้ำประปา เพื่อแสดงผลในรูปแบบที่แสดงสถานภาพการใช้น้ำประปาในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาในช่วงระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2543 2544 และ 2545

(6) การประเมินสถานภาพการใช้น้ำประปาในแต่ละเขต โดยมีการคำนวณดังนี้

$$MWCiz = (MWCz - MWCavz) / MWCsdz \quad (\text{สมการ 5-7})$$

$$MWCiz = (MWCz - NORM) / (MWCz + NORM) \quad (\text{สมการ 5-8})$$

โดยที่ $MWCiz$ = สถานภาพการใช้น้ำประปา

$MWCz$ = อัตราการใช้น้ำประปา (ลิตร/คน/วัน)

$MWCavz$ = ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้น้ำประปา (ลิตร/คน/วัน)

$MWCsdz$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)

$NORM$ = ค่าภาวะปกติของการใช้น้ำประปา กำหนดที่ 200 ลิตร/คน/วัน

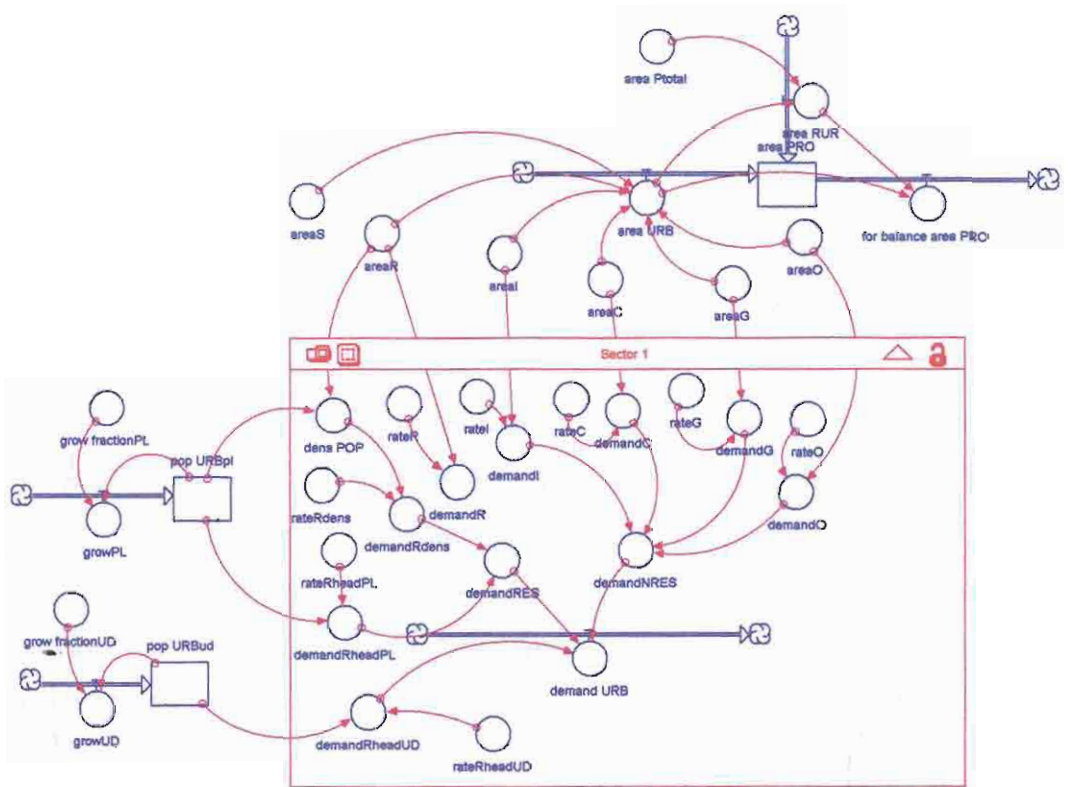
(การประปานครหลวง, 2540)

5.1.8 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา

จากตัวแปรอิสระและตัวแปรตามดังกล่าวข้างต้นได้นำมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) สำหรับใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

5.1.9 การสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปา

จากอัตราการเพิ่มของประชากรและอัตราใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทที่คำนวณข้างต้น ได้นำมาพัฒนาแบบจำลอง (ดังภาพที่ 5-2) สำหรับคาดประมาณความต้องการน้ำประปาในเขตเมืองของเทศบาลนครพิษณุโลก โดยได้กำหนดปีเป้าหมายการศึกษาไว้ตั้งแต่ปี 2545, 2550, 2555, 2560 และ 2565 (รวมระยะเวลา 20 ปี)



ภาพ 5-2 แบบจำลองความต้องการน้ำประปา

5.1.10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยผลการศึกษา 7 ส่วนหลักๆ คือ (1) การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน (2) การคำนวณจำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา (3) การพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคต (4) การคำนวณอัตราการใช้ น้ำประปา (5) การประเมินสถานภาพการใช้ น้ำในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา (6) การพยากรณ์ความต้องการน้ำประปาในอนาคต และ (7) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน

สำหรับในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้มุ่งพิจารณาการขยายตัวของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยจะพิจารณาจากบริเวณที่จัดเป็นศูนย์กลางเมือง ซึ่งในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกบริเวณที่จัดเป็นศูนย์กลางของเมือง คือ บริเวณสถานีรถไฟ จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก (ภาพ 5-3) พบว่า ในบริเวณศูนย์กลางเมือง (สถานีรถไฟพิษณุโลก) เป็นบริเวณที่ประกอบไปด้วยร้านค้า ตลาดสด อาคารพาณิชย์ ธนาคาร โรงแรม ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล สถานที่ราชการ สถาบันการศึกษาต่าง ๆ และอื่นๆ ส่วนพื้นที่ที่อยู่ถัดออกมาจากบริเวณศูนย์กลางเมือง จะมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นไปในลักษณะที่กระจายตัวไปตามถนนสายหลัก ได้แก่ ถนนเอกาทศรถ ถนนนเรศวร ถนนรามเมศวร ถนนมิตรภาพ ถนนสิงหวัฒน์ ถนนสิริราชเดชชัย ถนนพิชัยสงคราม ถนนพระองค์ดำ และถนนบรมไตรโลกนาถ โดยที่ความหนาแน่นของอาคารจะลดลงตามระยะทางที่ห่างจากจุดศูนย์กลางเมือง แต่จะยังคงกระจายตัวอยู่ตามบริเวณริมสองฝั่งถนนสายหลักเป็นส่วนใหญ่

การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าจำนวนอาคารที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกมีอยู่ทั้งหมด 25,679 อาคาร และพบว่ามีจำนวนอาคารของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากมากไปน้อยตามลำดับคือ อาคารที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ อาคารอื่น ๆ อาคารหน่วยงานราชการ และอาคารอุตสาหกรรม โดยมีรายละเอียดดังตาราง 5-2

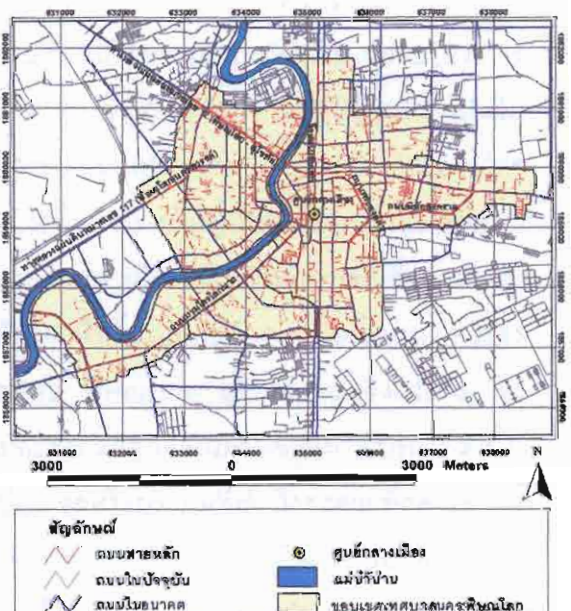
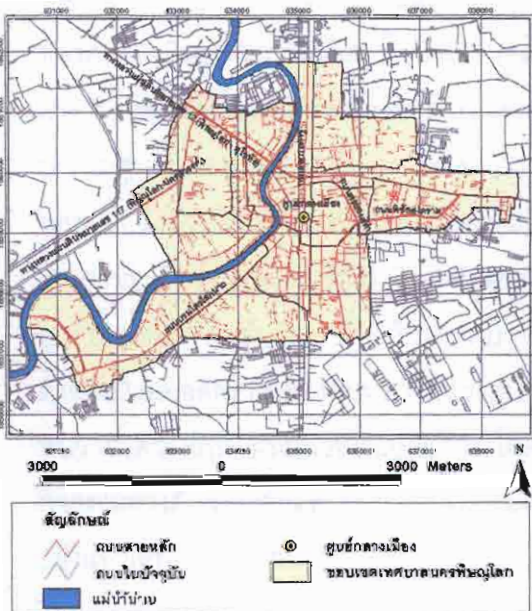
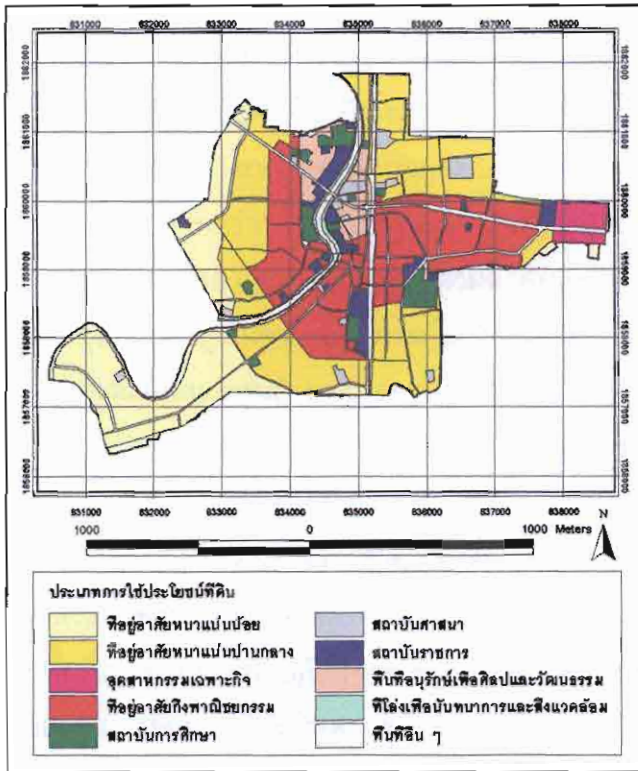
ตาราง 5-2 จำนวน เนื้อที่ และความหนาแน่นของอาคารแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกจากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปี พ.ศ. 2543

รหัสประเภทอาคาร	ประเภทอาคาร	จำนวนอาคาร (หลัง)	ร้อยละ	พื้นที่อาคาร (ไร่)	ความหนาแน่นของอาคาร (หลังต่อไร่)
1000	ที่อยู่อาศัย	17,870	69.59	1,273.92	14.03
2000	พาณิชยกรรม	4,698	18.30	456.87	10.28
3000	อุตสาหกรรม	370	1.44	129.60	2.85
6000	หน่วยงานราชการ	907	3.53	195.14	4.65
9000	อาคารประเภทอื่น ๆ	1,834	7.14	134.10	13.68
ผลรวม		25,679	100.00	2,189.66	45.49

ตาราง 5-3 จำนวนอาคารแต่ละประเภทที่อยู่ห่างจากศูนย์กลางเมืองในแต่ละช่วง

ประเภทอาคารตามระยะทาง (เมตร)	ที่อยู่อาศัย	พาณิชยกรรม	อุตสาหกรรม	หน่วยงานราชการ	อื่น ๆ	รวมจำนวนอาคาร
0 – 6,00	1,037	1,339	45	103	122	2,646
601 – 1,200	3,606	1,460	53	534	419	6,072
1,201 – 1,800	5,801	1,256	98	201	561	7,917
1,801 – 2,400	4,664	359	93	59	423	5,598
2,401 – 3,000	1,413	149	27	2	151	1,742
3,001 – 3,600	532	88	14	0	76	710
3,601 – 4,200	445	32	13	8	57	555
4,201 – 4,800	372	15	27	0	25	439
รวม	17,870	4,698	370	907	1,834	25,679

ที่มา : การวิเคราะห์จากฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์, 2543



ภาพ 5-3 แผนที่ขอบเขตและผังเมืองในเขตเทศบาลนครพิชัยโลก

(ที่มา: สำนักงานผังเมืองพิชัยโลก, 2542)

(1.1) การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย จากการวิเคราะห์พบว่าในช่วงที่ 1 ระยะห่างจากศูนย์กลางเมืองที่ 0 – 600 เมตร มีจำนวนอาคารของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย 1,037 อาคาร หรือร้อยละ 5.80 ของจำนวนอาคารเพื่อการอยู่อาศัยทั้งหมด และมีจำนวนเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 2 และ 3 โดยเฉพาะในช่วงที่ 3 ที่ระยะ 1,200 – 1,800 เมตรจากจุดศูนย์กลาง พบว่ามีจำนวนอาคารมากที่สุด 5,801 อาคาร คิดเป็นร้อยละ 32.46 ของจำนวนอาคารเพื่อการอยู่อาศัยทั้งหมด และถัดจากช่วงที่ 3 พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยจะมีจำนวนลดน้อยลง คือ 4,664, 1,413, 532, 445 และ 372 อาคารตามลำดับ (ภาพ 5-4) จากฐานข้อมูลประเภทอาคาร พบว่าที่อยู่อาศัยตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางเมือง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปัจจัยด้านราคาที่ดินถูกกว่าที่ดินที่อยู่ในบริเวณที่เป็นจุดศูนย์กลางเมือง (สำนักพัฒนามาตรฐานผังเมือง, 2539) แต่ความหนาแน่นของการกระจายตัวของอาคารเพื่อการอยู่อาศัยจะอยู่ไม่ห่างจากศูนย์กลางมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยดึงดูดด้านความสะดวกต่อการเข้าถึงการบริการต่าง ๆ ภายในบริเวณศูนย์กลางเมือง และความสะดวกในการเดินทางจากบ้านไปยังที่ทำงาน ร้านค้า โรงเรียน ฯลฯ ซึ่งสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ดังนั้นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทที่อยู่อาศัยในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกจึงตั้งอยู่โดยรอบของการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทพาณิชยกรรม หรือสถานที่บริการต่าง ๆ

(1.2) การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการพาณิชยกรรม ประกอบด้วยโรงแรม ธนาคาร ตลาดสด บริษัท ประกันชีวิต บิมน้ำมัน ศูนย์บริการเกี่ยวกับรถ ประกันภัย และบริษัททัวร์ต่าง ๆ การใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทนี้ พบว่ามีการกระจายตัวที่ค่อนข้างหนาแน่นในบริเวณศูนย์กลางเมือง และริมถนนสายหลักโดยเฉพาะถนนเอกาทศรถ เรื่อยมาถึงถนนบรมไตรโลกนาถ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาคารพาณิชย์ที่ไม่ต้องการพื้นที่ขนาดใหญ่มาก เนื่องจากในบริเวณที่เป็นย่านธุรกิจการค้าและบริการ มักจะมีราคาที่ดินสูง ส่วนพาณิชยกรรมที่ต้องการพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น บิมน้ำมัน ศูนย์บริการเกี่ยวกับรถ พบว่าอยู่ถัดจากพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางเมืองออกมา รวมทั้งตั้งอยู่บริเวณจุดตัดกันของถนนทางหลวงหมายเลข 12 พิษณุโลก- สุโขทัย (ถนนสิงหวัฒน์) ซึ่งพบว่าอาคารในบริเวณนี้ส่วนใหญ่ต้องการให้ความสะดวกแก่ลูกค้าในการเข้าถึงการบริการ ดังนั้นกิจกรรมทางด้านการค้าและการบริการมักจะตั้งอยู่ตรงจุดหรือบริเวณที่เข้าถึงสะดวกที่สุด และมักอยู่ในทำเลที่ใกล้เคียงกัน เพราะสะดวกสำหรับลูกค้า รวมทั้งสะดวกต่อการติดต่อกับแหล่งผู้ค้าส่งและเจ้าของสถานประกอบการค้าและบริการซึ่งต้องพึ่งพากันและกัน (ฉัตรชัย, 2526)

การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินของประเภทอาคารพาณิชยกรรม โดยพิจารณาตามระยะทางที่อยู่ห่างจากศูนย์กลางเมือง (CBD) พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภท

พาณิชย์กรรมจะตั้งอยู่บริเวณใจกลางเมืองมากที่สุด และเมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้งพื้นที่เทศบาล พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารพาณิชย์กรรม จะมีลักษณะการตั้งอาคารหนาแน่นมากในบริเวณศูนย์กลางเมือง และจะมีการกระจายตัวของอาคารออกมาตามแนวเส้นถนนสายหลัก และเมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นของอาคารในแต่ละช่วงตามแนวระยะห่างจากศูนย์กลางเมือง พบว่าการกระจายตัวของอาคารพาณิชย์กรรมมีความเบาบางลงเมื่อพิจารณาจากจุดศูนย์กลางเมือง สำหรับการพิจารณาจำนวนอาคารจากบริเวณจุดศูนย์กลางเมือง แม้ว่าในช่วงที่ 1 ซึ่งอยู่ในแนวรัศมีระยะจุดศูนย์กลางเมืองที่ระยะ 0 – 600 เมตร พบว่ามีจำนวนอาคารอยู่ 1,339 อาคาร คิดเป็นร้อยละ 28.50 ของจำนวนอาคารพาณิชย์กรรมทั้งหมด และที่ระยะ 600 – 1,200 เมตร พบว่ามีจำนวนอาคารเพิ่มขึ้น และมากที่สุดถึง 1,460 อาคาร คิดเป็นร้อยละ 31.08 ของจำนวนอาคารพาณิชย์กรรมทั้งหมด และในช่วงถัดมาจะมีจำนวนอาคารพาณิชย์กรรมลดลงอย่างต่อเนื่อง คือ 1,256, 359, 149, 88, 32 และ 15 อาคาร ตามลำดับ

(1.3) การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ในเขตเทศบาลจะประกอบด้วยอุตสาหกรรมขนาดกลางเช่น โรงงานน้ำแข็ง โรงงานผลิตอาหาร โรงสีข้าว และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับสินค้าการเกษตร และอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เช่น โรงงานประเภทซ่อมรถจักรยานยนต์ และเครื่องยนต์ ร้านทำเบาะ โกดังสินค้า และโรงฆ่าสัตว์ เมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทอุตสาหกรรมในปัจจุบัน พบว่า มีการตั้งกระจายตัวอยู่ทั่วไป และอยู่ห่างจากถนนสายหลัก

จากการวิเคราะห์รูปแบบของอาคารประเภทอุตสาหกรรมในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก ตามระยะทางที่ห่างจากศูนย์กลางเมือง (ภาพ 5-4) พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในช่วงที่ 3 จากระยะห่างจากศูนย์กลางที่ 1,200 – 1,800 เมตร และในช่วงที่ 4 ที่ระยะ 1,800 – 2,400 เมตร ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าในช่วงที่ 3 มีจำนวน อาคารอยู่ทั้งหมด 98 อาคาร คิดเป็นร้อยละ 26.49 ของจำนวนอาคารเพื่อการอุตสาหกรรม ซึ่งมีจำนวนอาคารมากที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงระยะอื่น และในช่วงที่ 4 มีจำนวนอาคารอยู่ 93 อาคาร หรือคิดเป็นร้อยละ 25.14 จากการวิเคราะห์พบว่าที่ตั้งของอาคารประเภทอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่ กับประเภทของอุตสาหกรรมเป็นหลัก เช่น อุตสาหกรรมบางอย่างต้องการระบบสาธารณูปโภคที่ครบถ้วนเพื่อใช้ในการผลิต เช่น ไฟฟ้า น้ำประปา โทรศัพท์ รวมถึงระบบเส้นทางคมนาคมที่สะดวกในการขนส่ง สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยในการดึงดูดให้เกิดการใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมบางอย่างจำเป็นต้องใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น โกดังเก็บสินค้า หรืออุตสาหกรรมค้าส่ง เช่น อุตสาหกรรมน้ำตาล อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ จะตั้งอยู่ในพื้นที่รอบนอก ซึ่งมีราคาที่ดินที่ถูกกว่า

มีพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่กว่า รวมทั้งสะดวกต่อการขนส่ง และเคลื่อนย้ายวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ ส่วนอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร จะตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่การเกษตรที่ตั้งอยู่ในบริเวณรอบ ๆ เขตเทศบาล ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์

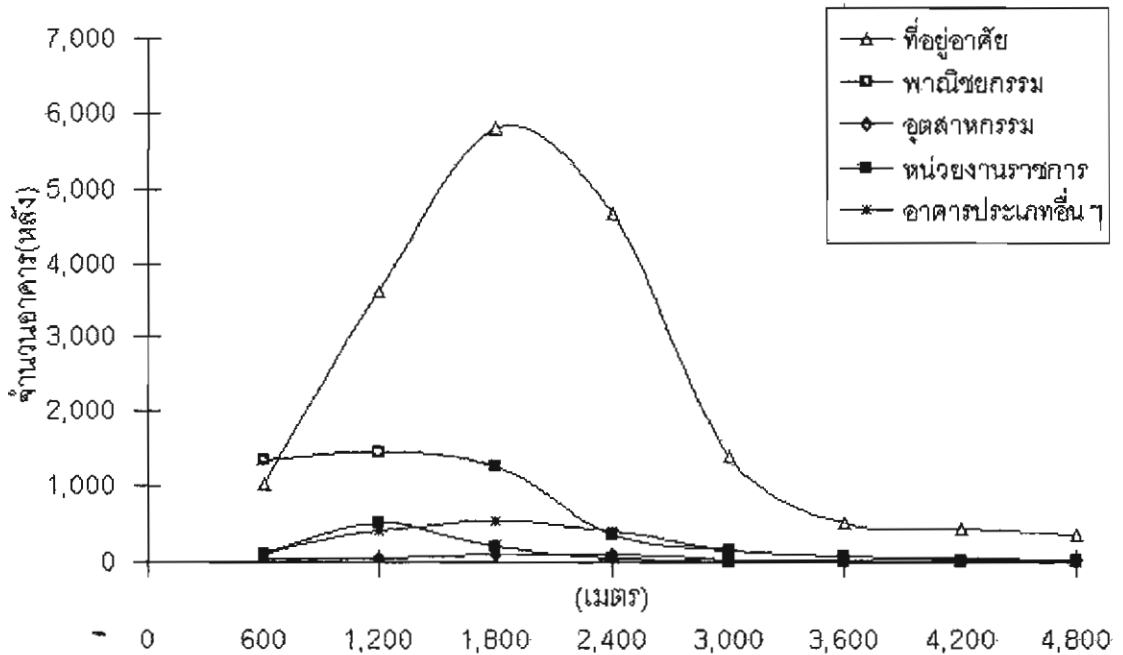
(1.4) การใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานราชการ ประกอบด้วยศาลากลางจังหวัด ที่ว่าการอำเภอ สำนักงานป่าไม้เขตจังหวัดพิษณุโลก สำนักงานสรรพากรเขต 6 สำนักงานอธิบดีผู้พิพากษา ศาลจังหวัด ไพรณีย์โทรเลข องค์การโทรศัพท์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ศูนย์วัฒนธรรม กองกำกับการตำรวจภูธร สำนักงานเทศบาลนครพิษณุโลก สำนักงานการไฟฟ้าเขต 2 สำนักงานสรรพสามิตเขต 6 สถานที่ตั้งของหน่วยงานราชการจะมีรูปแบบที่ตั้งอยู่กันเป็นกลุ่ม ๆ

จากการวิเคราะห์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานราชการในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกตามระยะทางที่ห่างจากศูนย์กลางเมือง (ภาพ 5-4) พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทหน่วยงานราชการ โดยส่วนใหญ่อาคารประเภทนี้จะตั้งอยู่ในช่วงที่ 2 (ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางเมืองที่ 600 – 1,200 เมตร) และช่วงที่ 3 (ระยะ 1,200 – 1,800 เมตร) จากการวิเคราะห์พบว่าในช่วงที่ 2 มีจำนวน 534 อาคาร หรือคิดเป็นร้อยละ 58.87 ของจำนวนอาคารหน่วยงานราชการทั้งหมด ซึ่งพบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานราชการส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในระยะที่ถัดออกมาจากระยะจุดศูนย์กลางเมือง และช่วงที่ 3 พบว่ามีจำนวน 201 อาคาร หรือคิดเป็นร้อยละ 21.16 และในช่วงที่ 6 และ 8 ไม่พบว่ามีจำนวนอาคารหน่วยงานราชการ ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยในด้านความสะดวกต่อการเข้าถึงในการติดต่อ ประสานงานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนสำคัญต่อที่ตั้งของหน่วยงานราชการ (ฉัตรชัย, 2526)

(1.5) การใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทอื่น ๆ ส่วนใหญ่เป็นการใช้ที่ดินประเภทวัด โบสถ์คริสต์ ศาลเจ้า การใช้ที่ดินเพื่อการสาธารณูปการต่าง ๆ เช่น สนามกีฬา ขนส่ง สถานีรถไฟ หรือการใช้ที่ดินเพื่อเป็นสุสาน เป็นต้น เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทนี้ พบว่าไม่มีรูปแบบการกระจายตัวที่แน่นอน เนื่องจากมีลักษณะกระจายตัวอยู่ทั่วทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก

จากการวิเคราะห์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทอื่น ๆ โดยพิจารณาจากจุดศูนย์กลางเมือง (ภาพ 5-4) พบว่า โดยส่วนใหญ่อาคารประเภทนี้จะตั้งอยู่ในช่วงที่ 3 จากระยะห่างจากจุดศูนย์กลางเมืองที่ 1,200 – 1,800 เมตร และในช่วงที่ 4 ที่ระยะ 1,800 – 2,400 เมตร และพบว่าในช่วงที่ 3 มีจำนวน 561 อาคาร หรือคิดเป็นร้อยละ 30.58 ของจำนวนอาคารประเภทอื่น ๆ ทั้งหมด ซึ่งพบว่าเป็นช่วงที่มีจำนวนอาคารประเภทอื่น ๆ มากที่สุด และช่วงที่ 4 มี 423 อาคาร หรือคิดเป็นร้อยละ 23.06

จากตาราง 5-4 ได้นำจำนวนอาคารของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก มาวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทต่าง ๆ กับระยะห่างจากศูนย์กลางเมือง พบว่าอาคารประเภทอุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอาคารเพื่อการอยู่อาศัย ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 2 ประเภทนี้มีลักษณะการกระจายตัวตามแนวเส้นถนนหลัก อีกทั้งส่วนใหญ่อุตสาหกรรมในเขตเทศบาลเป็นอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดเล็กซึ่งมักจะเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน จึงส่งผลให้การใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างอาคารที่อยู่อาศัย กับอาคารประเภทอุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์ต่อกันสูงถึง 0.95 และสำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทพาณิชยกรรม พบว่ามีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารหน่วยงานราชการ เนื่องจากการกระจายตัวของอาคารทั้ง 2 ประเภทมีความคล้ายคลึงกันคืออาคารพาณิชยกรรมจะกระจายตัวอยู่มากในบริเวณศูนย์กลางเมืองและบริเวณที่เป็นแนวรัศมี ส่วนอาคารหน่วยงานราชการจะกระจายตัวเป็นกลุ่มและอยู่โดยรอบไม่ห่างจากแนวรัศมีศูนย์กลางเมืองมากนัก



ภาพ 5-4 จำนวนอาคารแต่ละประเภทตามระยะทางที่ห่างจากศูนย์กลางเมือง

(2) การวิเคราะห์จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา

การวิเคราะห์จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ปี พ.ศ.2543 สามารถหาได้จากผลคูณระหว่างจำนวนอาคารประเภทที่อยู่อาศัย (BI_type) ในแต่ละพื้นที่ให้บริการน้ำประปาที่ได้จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (HHz) กับขนาดครัวเรือนเฉลี่ยตามประเภทอาคารที่เป็นอยู่อาศัย (PHh) (อ้างอิงจากคู่มือการประเมินผลผังเมืองรวม ฉบับปรับปรุง กระทรวงมหาดไทย, 2545) จากการรายงานของสำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก ในปี พ.ศ.2543 ในเขตเทศบาลมีจำนวนประชากรเฉลี่ยต่อครัวเรือนเท่ากับ 3.2 คนต่อหลังคาเรือน พ.ศ. 2544 มีจำนวนประชากรเฉลี่ยต่อครัวเรือนเท่ากับ 3.1 คนต่อครัวเรือน และ พ.ศ. 2545 มีจำนวนประชากรเฉลี่ยต่อครัวเรือนเท่ากับ 3.0 คนต่อครัวเรือน $\pm$ ค่าสัมประสิทธิ์ (คู่มือการประเมินผลผังเมืองรวม ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545) สำหรับในการศึกษานี้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของขนาดครัวเรือนดังตาราง 5-4 จากฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถคำนวณจำนวนประชากรดังแสดงในตาราง 5-5 และคำนวณเนื้อที่อาคารเพื่อการอยู่อาศัยดังแสดงในตาราง 3-6

ตาราง 5-4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทกับระยะห่างจากศูนย์กลางเมืองในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

ตัวแปร	อาคารที่อยู่อาศัย	อาคารพาณิชย์	อาคารอุตสาหกรรม	อาคารหน่วยงานราชการ	อาคารประเภทอื่น ๆ	ระยะห่างจากศูนย์กลางเมือง (เมตร)
อาคารประเภทที่อยู่อาศัย	1.00	0.55	0.94**	0.52	0.99**	-0.53
อาคารประเภทพาณิชย์กรรม	0.55	1.00	0.55	0.79**	0.63	-0.91**
อาคารประเภทอุตสาหกรรม	0.94**	0.55	1.00	0.38	0.910**	-0.56
อาคารประเภทหน่วยงานราชการ	0.52	0.79*	0.38	1.00	0.63	-0.63
อาคารประเภทอื่น ๆ	0.99**	0.63	0.91**	0.63	1.00	-0.59
ระยะห่างจากศูนย์กลางเมือง (เมตร)	-0.53	-0.91**	-0.56	-0.63	-0.59	1.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 5-5 จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาตามประเภทอาคารที่อยู่อาศัย ในปี 2543

เขตการให้บริการน้ำประปา (z)	จำนวนอาคารประเภทที่อยู่อาศัย (HHZ) (หลัง)							จำนวนประชากรของแต่ละประเภทอาคารที่อยู่อาศัย (Pnz)(คน)						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	674	7	115	6	47	0	0	2,325	23	368	19	150	0	0
2	1,796	4	147	11	128	0	98	6,466	14	492	37	429	0	4,136
3	622	6	3	3	61	0	6	2,177	20	10	10	198	0	253
4	257	0	0	12	65	2	67	1,018	0	0	45	241	8	2,827
5	425	24	0	99	392	4	9	1,445	78	0	312	1,235	14	380
6	1,650	12	146	79	298	1	22	5,726	40	470	254	960	3	928
7	1,312	13	2	46	153	0	0	4,553	43	6	148	493	0	0
8	1,733	64	27	2	370	6	0	5,979	211	86	6	1,184	21	0
9	689	12	53	3	207	5	0	2,363	39	169	10	658	17	0
10	988	1	11	8	31	0	0	3,448	3	36	26	100	0	0
11	1,225	3	172	0	98	0	0	4,226	10	550	0	314	0	0
12	1,436	39	111	22	249	0	0	4,954	129	355	70	797	0	0
14	1,148	16	99	19	199	0	0	3,949	53	316	61	635	0	0

รหัสประเภทอาคารที่อยู่อาศัย	
ประเภทอาคาร (h)	รหัส
บ้านเดี่ยว	(1)
บ้านแฝด	(2)
ทาวน์เฮ้าส์	(3)
ห้องแถว	(4)
ตึกแถว/อาคารครึ่งตึก-ครึ่ง	(5)
เรือนแพ	(6)
คอนโด	(7)

ที่มา : **ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปของดิจิทัลปี 2543 (สำนักงานผังเมืองจังหวัดพิษณุโลก, 2543)

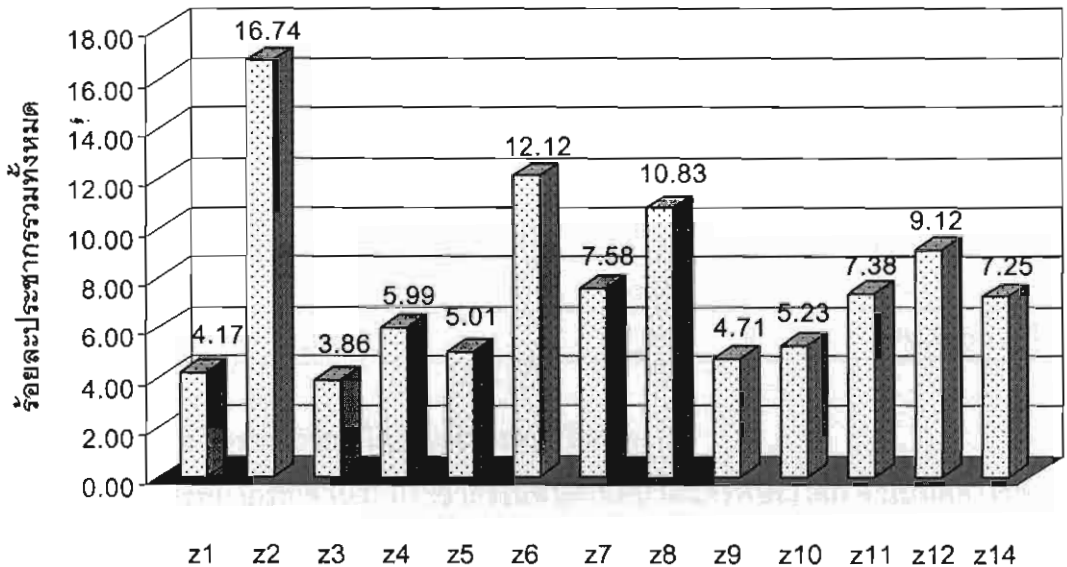
ตาราง 5-6 เนื้อที่อาคารเพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละเขตการให้บริการประจำปี 2543

เขตการให้บริการ	เนื้อที่อาคารเพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละเขตการให้บริการประจำปี (ตร.ม.)							เนื้อที่รวม (ตร.ม.)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
1	93,739.430	617.406	10,527.148	2,807.000	3,495.024	0	0	111,186.008
2	218,267.489	549.018	10,467.352	965.486	8,056.053	0	5,508.778	243,814.176
3	72,622.215	1,550.143	392.719	230.521	4,889.976	0	403.968	80,089.542
4	40,703.425	0	0	1,519.366	7,424.110	1,420.897	3,722.648	54,790.446
5	57,168.981	2,542.996	0	6,273.975	27,659.686	3,730.333	469.795	97,845.766
6	187,652.709	1,026.213	12,277.020	3,953.998	22,777.344	621.870	1,085.717	229,394.871
7	163,203.162	1,554.012	149.573	2,343.452	10,528.053	0	0	177,778.252
8	205,911.743	5,207.155	2,351.313	320.502	21,045.754	118.011	0	234,954.478
9	91,266.747	882.376	3,904.629	132.939	14,260.551	295.087	0	110,742.329
10	133,115.481	131.954	948.566	969.715	3,438.599	0	0	138,604.315
11	155,976.440	337.198	12,396.834	0	5,565.033	0	0	174,275.505
12	177,014.901	4,443.522	9,706.028	2,087.059	23,371.712	0	0	216,623.222
14	144,592.756	1,535.792	6,491.716	1,914.710	13,649.838	0	0	168,184.812
รวม	1,741,235.479	20,377.785	69,612.898	23,518.723	166,161.733	6,186.198	11,190.90	2,038,283.722

ที่มา: คำนวณจากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปดิจิทัลปี 2543 (สำนักงานผังเมืองจังหวัดพิษณุโลก, 2543)

รหัสประเภทอาคารที่อาศัย	
ประเภทอาคาร (h)	รหัส
บ้านเดี่ยว	(1)
บ้านแฝด	(2)
ทาวน์เฮ้าส์	(3)
ห้องแถว	(4)
ตึกแถว/อาคารครึ่งตึก-ครึ่ง	(5)
เรือนแพ	(6)
คอนโด	(7)

เนื่องจากผลรวมของจำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาที่คำนวณจากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังไม่เท่ากับจำนวนประชากรที่สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลกได้ทำการรายงานไว้ จึงทำการปรับเทียบ (Calibration) โดยใช้ค่าร้อยละประชากร (ภาพที่ 3-5) เพื่อให้ได้ผลรวมประชากรเท่ากับจำนวนประชากรสถิติที่รายงานไว้ ผลการเทียบปรับจำนวนประชากรแสดงในตารางที่ 3-7 ผลการคำนวณพบว่าในเขตการให้บริการที่ 2 มีจำนวนประชากรสูงที่สุด รองมาเป็นเขตการให้บริการที่ 6 และเขตการให้บริการที่ 8 ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อทราบจำนวนร้อยละของจำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาแล้ว จึงสามารถใช้เป็นฐานในการคำนวณอัตราการใช้น้ำและการประมาณจำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาตามปีเป้าหมายได้ในลำดับต่อไป



เขตการให้บริการน้ำประปาเทศบาลนครพิษณุโลก

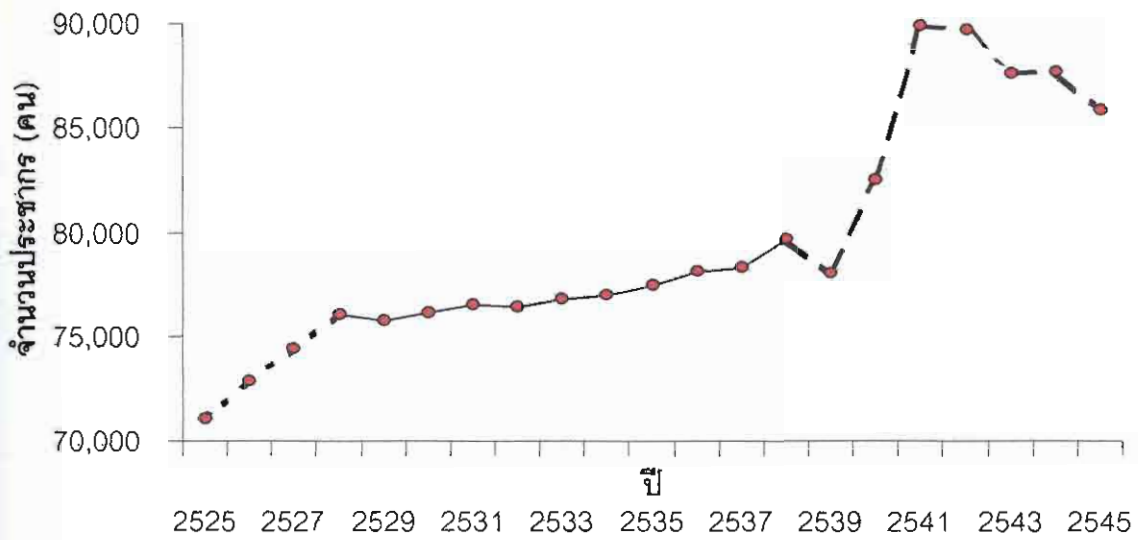
ภาพ 5-5 ร้อยละจำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาซึ่งวิเคราะห์จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปี 2543

ตาราง 5-7 จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาที่ปรับเทียบกับจำนวนประชากรที่รายงานไว้ในปี 2543 – 2545

เขตการบริการ น้ำประปา (z)	ค่าร้อยละประชากรของ แต่ละเขต	จำนวนประชากรจากการปรับเทียบ (คน)		
		พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545
1	4.17	3,658	3,647	3,557
2	16.74	14,668	14,798	14,582
3	3.86	3,381	3,384	3,312
4	5.99	5,245	5,337	5,319
5	5.01	4,389	4,386	4,275
6	12.12	10,622	10,629	10,403
7	7.58	6,645	6,628	6,466
8	10.83	9,490	9,463	9,228
9	4.71	4,127	4,114	4,010
10	5.23	4,580	4,570	4,460
11	7.38	6,464	6,446	6,286
12	9.12	7,991	7,969	7,771
14	7.25	6,353	6,335	6,177
รวม	100.00	87,614	87,706	85,845

(3) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงประชากรในอดีต

ในการพยากรณ์จำนวนประชากรในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก จำเป็นต้องใช้ข้อมูลย้อนหลังมาเพื่อใช้ในการคำนวณ โดยฐานข้อมูลสถิติประชากรระหว่างปี พ.ศ. 2525 – 2545



ภาพ 5-6 จำนวนประชากรรวมในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ระหว่างปี 2525 - 2545

จากภาพ 5-6 พบว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติอยู่หลายช่วงเวลา โดยมีการเปลี่ยนแปลงขึ้น-ลงค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในช่วงปี 2525 - 2528, 2538 - 2541 และช่วงปี 2541 - 2545 ดังนั้น ในการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงอัตราการเพิ่มประชากรจึงได้ทำการวิเคราะห์เป็นช่วงเวลา ดังนี้

ปี 2525 - 2528 อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 2.25 ต่อปี

ปี 2528 - 2538 อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.47 ต่อปี

ปี 2538 - 2541 อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 4.06 ต่อปี

อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยนับจากปีต่าง ๆ ถึงปี 2545 เป็นดังนี้

ปี 2541 - 2545 อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 1.17 ต่อปี

ปี 2535 - 2545 อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 1.03 ต่อปี

ปี 2530 - 2545 อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.80 ต่อปี

ปี 2525 - 2545 อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.95 ต่อปี

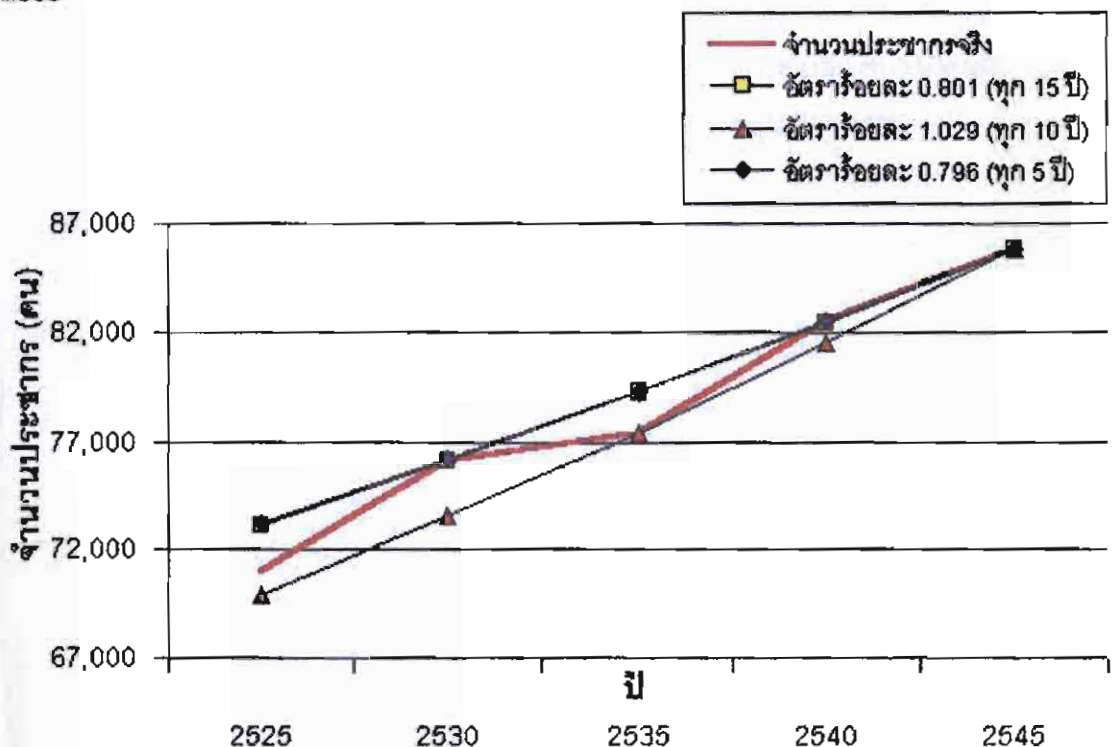
จากการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มประชากรในข้างต้น แสดงให้เห็นว่าจำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกมีการเพิ่มในอัตราที่ชะลอตัว หากพิจารณาในช่วงเวลาที่มีการขยายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอที่สุด คือ ช่วงปี 2528 - 2538 (10 ปี) จะพบว่าการเพิ่มประชากรจะมีอัตราการเพิ่มเฉลี่ยเพียงร้อยละ 0.47 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราการเพิ่มที่ไม่สูงมากนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะได้มีการ

ขยายตัวทางประชากรที่สูงมากมาแล้วในช่วงปีก่อน พ.ศ.2528 ประกอบกับลักษณะกิจกรรมทางเศรษฐกิจ และสังคม ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกไม่มีกิจกรรมขนาดใหญ่มากนัก จึงส่งผลให้การขยายตัวของประชากรในเขตเมืองค่อนข้างชะลอตัวลง แต่ในช่วง 2538 – 2541 พบว่ามีอัตราการเพิ่มประชากรสูงมาก (ร้อยละ 4.06 ต่อปี) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงที่ภาวะเศรษฐกิจของประเทศตกต่ำ ทำให้เกิดการอพยพของแรงงานกลับสู่ถิ่นฐานเดิมเป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการย้ายเข้าของจำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ซึ่งพบในปี 2541 มีจำนวนประชากรย้ายเข้าสูงถึง 630 คนต่อปี เมื่อเทียบกับปีก่อนที่มีจำนวนประชากรย้ายเข้าเพียง 471 คนต่อปีเท่านั้น แต่การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรนี้มีเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าในช่วงปี 2541 – 2545 มีอัตราการเพิ่มประชากรมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง คือ ร้อยละ 1.17 ต่อปี ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจำนวนการเกิดของประชากร พบว่าในปี 2541 การเกิดมีเพียง 476 คน ซึ่งเมื่อเทียบกับปีก่อนจะมีการเกิดอยู่ที่ 507 คน ซึ่งอาจเป็นเพราะยังคงอยู่ในช่วงที่เศรษฐกิจยังไม่ฟื้นตัว ประกอบกับเป็นช่วงที่มีการรณรงค์ลดอัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร (สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก, 2542) จึงมีส่วนทำให้จำนวนประชากรมีแนวโน้มลดลง

จากการคำนวณอัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา สามารถนำมาพิจารณา ร่วมกับสถิติข้อมูลการเพิ่มประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ซึ่งหากพิจารณาประชากรจากข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด คือ ตั้งแต่ปี 2525 – 2545 พบว่าในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโดยเฉลี่ยปีละประมาณ 700 – 800 คน แต่ถ้าพิจารณาการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา คือ ตั้งแต่ ปี 2535 – 2545 จะพบว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโดยเฉลี่ยปีละประมาณ 800 – 900 คน สถิติการเปลี่ยนแปลงของประชากรเกิดจากการเพิ่มลดโดยธรรมชาติ (การเกิดและการตาย) และการย้ายถิ่น (การย้ายเข้าและการย้ายถิ่นออก) ซึ่งจากสถิติข้อมูลประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ตั้งแต่ปี 2525 – 2545 รวมระยะ 20 ปี มีการเปลี่ยนแปลงของประชากรจากการเกิด ตาย และย้ายถิ่น ดังตารางในภาคผนวก 3-2 จากสถิติพบว่าในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก จำนวนการเกิดตั้งแต่ ปี 2537 – 2545 มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนจำนวนการตายของประชากรค่อนข้างคงที่ แต่จำนวนประชากรย้ายเข้า พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งนับว่าเป็นการเพิ่มที่สูงมาก เช่นเดียวกับการย้ายออกที่สูงเช่นกัน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการที่มีมารดาคลอดบุตรในโรงพยาบาลในเขตเทศบาลเป็นจำนวนมาก และได้ทำการย้ายทะเบียนบ้านออกไปเมื่อนำเด็กออกจากโรงพยาบาล (สำนักงานเทศบาลนครพิษณุโลก, 2544)

(4) การพยากรณ์จำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

จากการวิเคราะห์โดยเลือกใช้วิธีการคำนวณหาอัตราเพิ่มของจำนวนประชากร โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ Exponential growth formula ซึ่งได้เลือกช่วงปีที่น่ามาหาอัตราการเพิ่มของประชากรสำหรับการพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคตนั้น ซึ่งในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้กำหนดช่วงปีในการพิจารณาไว้ 3 ช่วงปี โดยจะกำหนดให้ปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2545) เป็นปีฐานในการคำนวณ คือ อัตราการเพิ่มของจำนวนประชากรทุก 15 ปี คือ ตั้งแต่ปี 2530 – 2545 อัตราการเพิ่มทุก 10 ปี คือ ตั้งแต่ปี 2535 – 2545 และ อัตราการเพิ่มทุก 5 ปี คือ ตั้งแต่ปี 2540 – 2545 ผลการคำนวณพบว่า อัตราเพิ่มประชากรใน 5 ปี 10 ปี และ 15 ปี เท่ากับ 0.796, 1.029, และ 0.801 ตามลำดับ (ภาพ 5-7) เมื่อนำค่าที่คำนวณได้มาเทียบกับสถิติประชากรจริงที่ได้รายงานไว้ (ตาราง 5-8) พบว่าอัตราการเพิ่มประชากรที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการพยากรณ์จำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ในอนาคต คือ อัตราเพิ่มประชากรทุก 10 ปี อยู่ในช่วงปี 2535 – 2545 ซึ่งพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับจำนวนประชากรจริงสูงที่สุด (0.954) เมื่อเทียบกับอัตราเพิ่มประชากรทุก 5 ปี และ 15 ปี ดังนั้นจึงใช้อัตราร้อยละการเพิ่มประชากรทุก 10 ปี คือ 1.029 มาใช้ในการพยากรณ์จำนวนประชากรตามปีเป้าหมายที่กำหนดไว้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ปี 2545, 2550, 2555, 2560, และปี 2565



ภาพ 5-7 จำนวนประชากรที่คำนวณได้จากอัตราการเพิ่มประชากรทุกช่วง 5 ปี 10 ปี และ 15 ปี
เทียบกับจำนวนประชากรจริง

ตาราง 5-8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากรที่คำนวณได้จากอัตราการเพิ่ม
ประชากรทุกช่วง 5 ปี 10 ปี และ 15 ปี เทียบกับจำนวนประชากรจริง

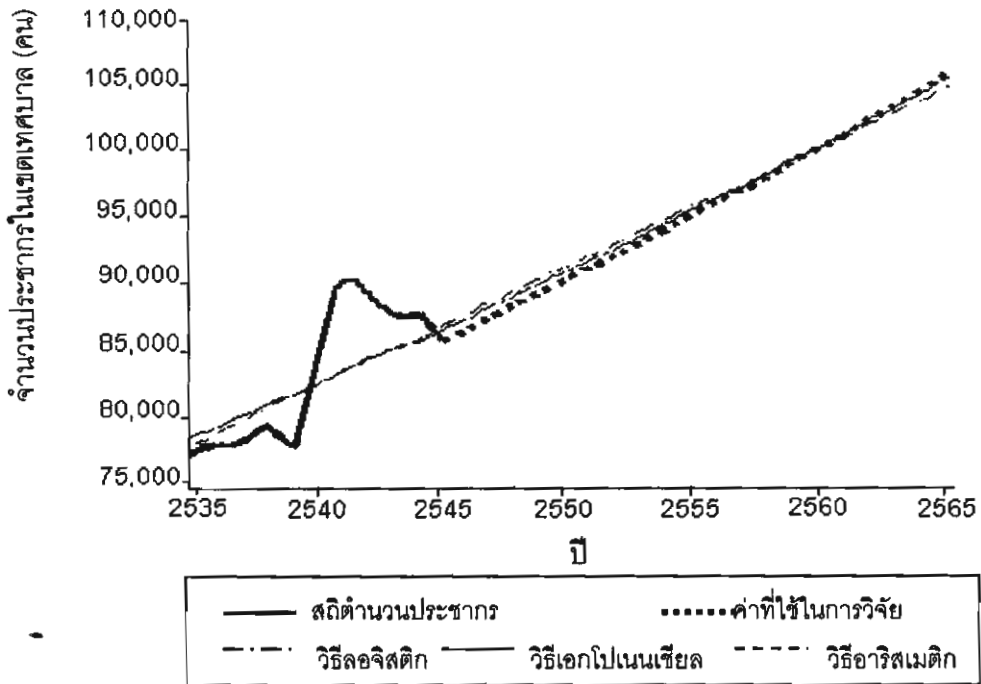
ช่วงปี	อัตราร้อยละการเพิ่มประชากร (คน/ปี)	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับจำนวนประชากรจริง
2540-2545	0.796 (ทุก 5 ปี)	0.952
2535-2545	1.029 (ทุก 10 ปี)	0.954
2530-2545	0.801 (ทุก 15 ปี)	0.952

เนื่องจากข้อมูลประชากรพื้นฐานที่ได้จากการคำนวณในครั้งนี้ พิจารณาเฉพาะจำนวนประชากรที่รายงานจริงตามทะเบียนราษฎร เพราะไม่มีตัวเลขที่แน่ชัดเกี่ยวกับจำนวนประชากรที่มาอยู่อาศัยในเขตเทศบาลโดยไม่แจ้งย้ายทะเบียนที่แน่นอน (ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นจำนวนประชากรแฝง) ทำให้เป็นการยากต่อการคาดประมาณที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงเนื่องจากจำนวนประชากรมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา จึงถือว่าเป็นข้อจำกัดของการวิเคราะห์ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยจึงมีขอบเขตเฉพาะข้อมูลการรายงานสถิติประชากรตามที่ได้รายงานไว้มาใช้ในการวิเคราะห์การพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคต โดยใช้อัตราเพิ่มของประชากรทุก 10 ปี (ระหว่าง 2535 – 2565) แสดงในตาราง 5-9

ภาพ 5-8 เป็นการพยากรณ์จำนวนประชากร ที่ได้พิจารณาจากวิธีการพยากรณ์ประชากรในแบบต่าง ๆ ซึ่งพบว่า วิธีเอกโปเนนเชียลมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด (0.70) เมื่อเทียบกับวิธีการพยากรณ์ในแบบอื่น (ยกเว้นวิธีลอจิสติก) และสำหรับวิธีอาร์สมติก พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับสถิติประชากร รองมาจากวิธีเอกโปเนนเชียล และวิธีลอจิสติก (0.69)

ตาราง 5-9 การพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคต โดยใช้อัตราเพิ่ม ($r = 1.029$) ของประชากรทุก 10 ปี ตั้งแต่ ปี 2535 – 2565 โดยวิธีเอกโปเนนเชียล

ปี	จำนวนประชากรจริง (คน)	จำนวนประชากรจากการพยากรณ์ (คน)
2535	77,454	76,661
2536	78,173	77,454
2537	78,373	78,255
2538	79,639	79,064
2539	78,067	79,881
2540	82,495	80,707
2541	89,949	81,542
2542	89,715	82,385
2543	87,614	83,236
2544	87,706	84,097
2545	85,845	84,967
2546	-	86,733
2547	-	87,629
2548	-	88,535
2549	-	89,451
2550	-	90,376
2551	-	91,310
2552	-	92,254
2553	-	93,208
2554	-	94,171
2555	-	95,145
2556	-	96,129
2557	-	97,123
2558	-	98,127
2559	-	99,141
2560	-	100,166
2561	-	101,202
2562	-	102,248
2563	-	103,306
2564	-	104,374
2565	-	105,453



ภาพ 5-8 จำนวนประชากรจากการพยากรณ์โดยวิธีต่างๆ

(5) การวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำประปา

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดการวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำประปาออกเป็น 2 กรณี ตามประเภทการให้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

(5.1) อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในปี 2543-2545 ข้อมูลดังกล่าวแสดงในตาราง 5-10 ถึง 5-12 ตามลำดับ

ตาราง 5-10 อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ปี 2543

เขตการให้บริการ น้ำประปา	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./ปี)	จำนวนประชากร รายเขต (คน)	อัตราการใช้น้ำเพื่อการอยู่อาศัย (RRz)	
			อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อ ปี (ลบ.ม./คนปี)	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)
1	500,730	3,658	136.90	375.06
2	612,875	14,668	41.78	114.48
3	454,584	3,381	134.43	368.31
4	486,841	5,245	92.81	254.28
5	461,612	4,389	105.17	288.14
6	650,120	10,622	61.20	167.68
7	605,357	6,645	91.10	249.59
8	755,735	9,490	79.64	218.18
9	600,104	4,127	145.42	398.40
10	544,566	4,580	118.91	325.78
11	913,709	6,464	141.35	387.27
12	625,928	7,991	78.33	214.59
14	409,173	6,353	64.40	176.44
ผลรวม	7,621,334	87,614	1,291	3,538
ค่าเฉลี่ย	586,256	6,740	99.34	272.17

ตาราง 5-11 อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ปี 2544

เขตการให้บริการ น้ำประปา	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./ปี)	จำนวนประชากร รายเขต (คน)	อัตราการใช้น้ำเพื่อการอยู่อาศัย	
			อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อปี (ลบ.ม./คน/ปี)	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)
1	540,652	3,647	148.23	406.11
2	654,823	14,798	44.25	121.23
3	479,273	3,384	141.64	388.06
4	493,125	5,337	92.40	253.16
5	464,266	4,386	105.84	289.98
6	697,424	10,629	65.62	179.77
7	645,695	6,628	97.41	266.88
8	794,541	9,463	83.96	230.03
9	592,959	4,114	144.14	394.91
10	552,697	4,570	120.94	331.35
11	1,002,789	6,446	155.57	426.21
12	651,821	7,969	81.80	224.11
14	443,368	6,335	69.99	191.75
ผลรวม	8,013,433	87,706	1,352	3,704
ค่าเฉลี่ย	616,418	6,747	103.98	284.89

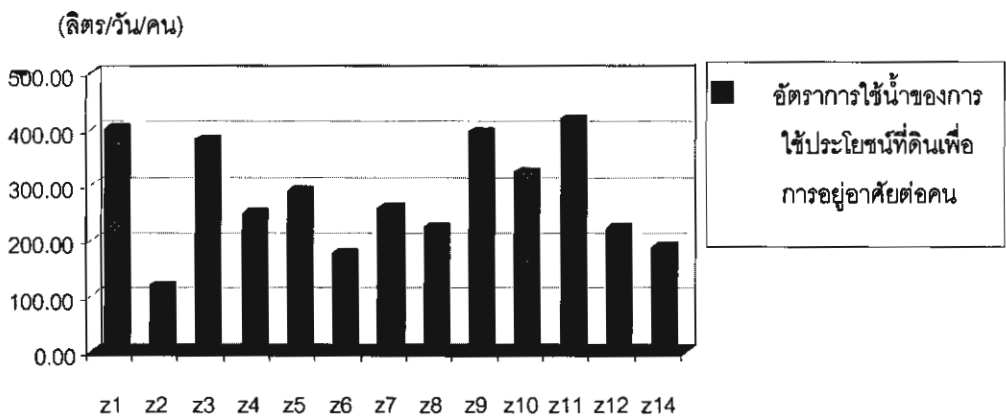
ตาราง 5-12 อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ปี 2545

เขตการให้บริการน้ำประปา	ปริมาณการใช้น้ำประปา (ลบ.ม./ปี)	จำนวนประชากร รายเขต (คน)	อัตราการใช้น้ำเพื่อการอยู่อาศัย	
			อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อปี (ลบ.ม./คน/ปี)	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)
1	544,493	3,557	153.08	419.40
2	641,849	14,582	44.02	120.60
3	470,809	3,312	142.16	389.48
4	461,154	5,319	86.71	237.55
5	444,446	4,275	103.96	284.81
6	702,952	10,403	67.57	185.13
7	603,947	6,466	93.40	255.89
8	747,239	9,228	80.97	221.84
9	574,091	4,010	143.16	392.22
10	502,797	4,460	112.74	308.88
11	1,008,361	6,286	160.40	439.46
12	639,791	7,771	82.34	225.58
14	444,960	6,177	72.03	197.36
ผลรวม	7,786,888	85,845	1,343	3,678
ค่าเฉลี่ย	598,991	6,603	103	282.94

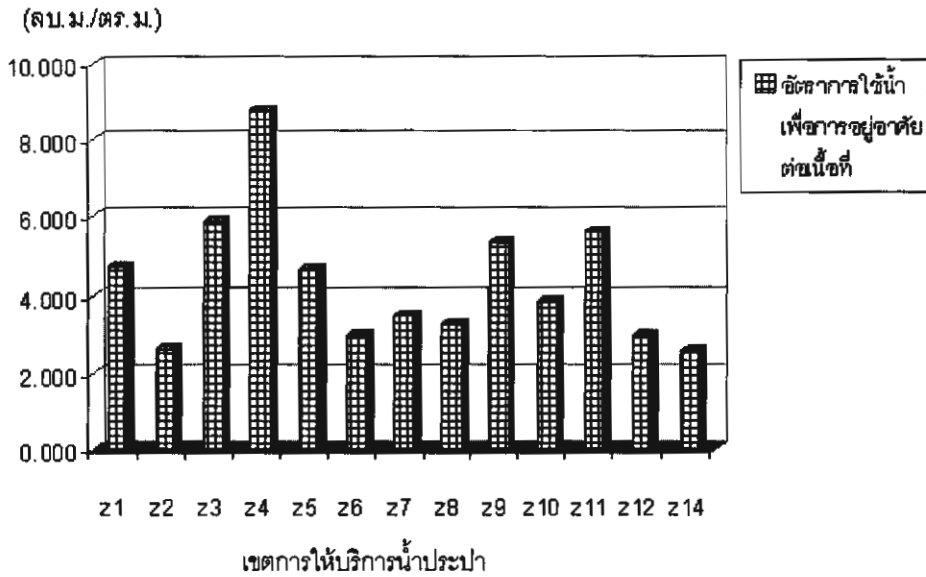
จากตาราง 5-10 ถึง 5-12 เมื่อพิจารณาอัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยแต่ละปีเทียบกับอัตราการใช้น้ำประปาของการอยู่อาศัยโดยทั่วไปซึ่งมีค่า 200 ลิตร/คน/วัน (การประปานครหลวง, 2540) พบว่า มีเขตการให้บริการน้ำประปาจำนวน 10 เขตบริการที่มีอัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยเกินเกณฑ์มาตรฐานอัตราการใช้น้ำทั่วไป เขตการให้บริการน้ำประปาที่ 11 เป็นเขตที่มีอัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 417.65 ลิตร/คน/วัน รองมาเป็นเขตที่ 1 (400.19 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 9 (395.17 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 3 (381.95 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 10 (322.00 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 5 (287.64 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 7 (257.46 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 4 (248.33 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 8 (223.35 ลิตร/คน/วัน) และเขตที่ 12 (221.42 ลิตร/คน/วัน) และเขตที่มีอัตราการใช้น้ำไม่เกินมาตรฐานการใช้น้ำทั่วไป คือ เขตการให้บริการน้ำประปาที่ 2 ซึ่งมีอัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยอยู่ที่ 118.77 ลิตร/คน/วัน ซึ่งเป็นเขตที่มีอัตราการใช้น้ำต่ำสุดเมื่อเทียบกับเขตการ

ให้บริการน้ำประปาอื่น ๆ รองมาเป็นเขตที่ 6 (177.53 ลิตร/คน/วัน) และเขตที่ 14 (188.52 ลิตร/คน/วัน) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาอัตราการใช้น้ำในช่วงปี 2543 – 2545 ของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยโดยรวมเฉลี่ยทั้งพื้นที่เทศบาล พบว่าอาคารประเภทที่อยู่อาศัยต่อคนมีอัตราการใช้น้ำประปาอยู่ที่ 102.20 ± 35.24 ลบ.ม./คน/ปี หรือ 280.00 ± 96.56 ลิตร/คน/วัน ในส่วนของอัตราการใช้น้ำของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยต่อเนื้อที่พบว่ามีการใช้น้ำโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.358 ลบ.ม./ตร.ม. เขตการให้บริการน้ำประปาที่มีอัตราการใช้น้ำสูงสุด คือ เขตที่ 4 มีอัตราการใช้น้ำอยู่ที่ 8.767 ลบ.ม./ตร.ม. รองมาเป็นเขตที่ 3 และอัตราการใช้น้ำต่ำสุดคือเขตที่ 14 (2.572 ลบ.ม./ตร.ม.) (ภาพ 5-9)



ภาพ 5-9 อัตราเฉลี่ยของการใช้น้ำประปาเพื่อการอยู่อาศัยปี 2543 – 2545



ภาพ 5-10 อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยต่อเนื้อที่แบ่งตาม
เขตการให้บริการน้ำประปาตั้งแต่ปี 2543 - 2545

สำหรับอัตราการใช้น้ำของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัยนั้นตาราง 5-13 แสดงตัวเลขสรุปอัตราเฉลี่ยปี 2543-2545 ของการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัยทุกประเภท (อาคารพาณิชย์กรรม อาคารอุตสาหกรรม อาคารหน่วยงานราชการ และอาคารประเภทอื่น ๆ) และในสัณฐานสุดท้ายของตารางเป็นตัวเลขของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของทุกประเภทอาคารที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย เมื่อนำข้อมูลไปวาดกราฟเปรียบเทียบ จะได้ดังภาพ 5-11

ตาราง 5-13 อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย ปี 2543-2545

เขตการให้บริการ น้ำประปา	อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย (ลบ.ม./ตร.ม.)				
	อาคารพาณิชย์ กรรม	อาคาร อุตสาหกรรม	อาคารหน่วยงาน ราชการ	อาคาร ประเภทอื่น ๆ	อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของทุก ประเภทอาคาร
1	0.442	3.437	12.525	0.270	4.169
2	0.405	0.783	2.936	0.130	1.064
3	1.668	0.660	7.891	0.201	2.605
4	0.468	2.017	5.762	0.256	2.126
5	0.630	1.992	2.874	0.262	1.439
6	0.241	0.116	14.862	0.088	3.827
7	0.855	0.393	7.324	0.142	2.179
8	0.067	1.524	2.818	0.121	1.133
9	0.666	0.898	11.073	0.201	3.210
10	0.272	0.791	7.211	0.097	2.093
11	0.257	0.400	-	0.313	0.324
12	0.244	0.256	0.696	0.047	0.311
14	0.207	-	-	-	0.207
ผลรวม	6.422	13.268	75.972	2.128	24.684
ค่าเฉลี่ย	0.494	1.106	6.907	0.177	1.710

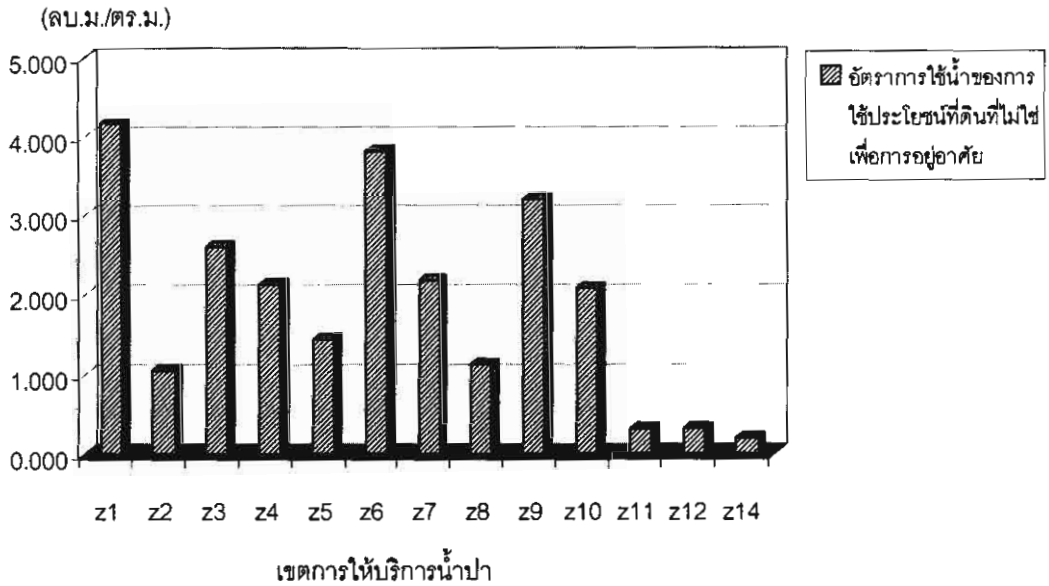
(5.2) อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการพาณิชย์กรรมในปี 2543-2545 จากตาราง 5-13 และพบว่าเขตการให้บริการน้ำประปาที่ 3 มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากเขตนี้ มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินค่อนข้างหลากหลาย และส่วนใหญ่เป็นที่ตั้งของ อาคารพาณิชย์กรรม และห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ เช่น ห้างสรรพสินค้าฟลาซ่า ซึ่งมีสวนส่งเสริมให้ใน เขตบริการที่ 3 มีอัตราการใช้น้ำโดยเฉลี่ยสูงกว่าเขตการให้บริการอื่น รองมาเป็นเขตการให้บริการที่ 7 และเขตที่ 9 ซึ่งพบว่ามีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สำหรับเขตการให้บริการน้ำอื่น ๆ พบว่ามีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยไม่สูงมากนัก แต่เป็นลักษณะการเพิ่มที่ใกล้เคียงกัน

(5.3) อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรมในปี 2543-2545 จากตาราง 5-13 พบว่าเขตการให้บริการน้ำประปาเขตที่ 1 มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุด เมื่อพิจารณาเทียบกับเขตการให้บริการอื่น ๆ ทั้งนี้แม้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตนี้ส่วนใหญ่จะเป็น ที่ตั้งของศาสนาสถาน และสถานศึกษา แต่จากการสำรวจภาคสนามพบว่าถ้าเป็นการใช้ประโยชน์ ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เช่น ร้านเคาเพ่นสตรียนต์ ตู้ซ่อม

รถ อุตสาหกรรมเจียร์โนเพชร เป็นต้น ซึ่งมีส่วนทำให้อัตราการใช้น้ำในเขตนี้สูง และรองมาเป็นเขตการให้บริการที่ 4 และ 5 ที่พบว่ามี การเพิ่มของอัตราการใช้น้ำใกล้เคียงกัน และเขตการให้บริการที่ 8 สำหรับเขตอื่น ๆ พบว่ามีอัตราการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งมีอัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงปีไม่สูงมากนัก

(5.4) อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานราชการในปี 2543-2545 แสดงในตาราง 5-13 และพบว่าเขตการให้บริการน้ำประปาเขตที่ 6 มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุดเมื่อพิจารณาเทียบกับเขตการให้บริการอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีหน่วยงานราชการอยู่หลายแห่งทั้งภาครัฐและเอกชน โดยเฉพาะสถานศึกษา เช่น โรงเรียนวัดท่ามะปราง โรงเรียนวัดจันทร์ตะวันออก รวมทั้งเป็นที่ตั้งของเทศบาลนครพิษณุโลก (แห่งใหม่) รวมไปถึงสถานพยาบาลต่าง ๆ เป็นต้น รองมาเป็นเขตการให้บริการที่ 9 สำหรับเขตการให้บริการอื่น ๆ พบว่ามีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยเพิ่มใกล้เคียงกัน ยกเว้นเขตการให้บริการที่ 12 ที่มีอัตราการใช้น้ำต่ำที่สุดเนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นอาคารที่อยู่อาศัย

(5.5) อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทอื่นๆ ในปี 2543-2545 แสดงในตาราง 5-13 และพบว่าเขตการให้บริการน้ำประปาที่ 11 มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยรายปีของการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทอื่น ๆ สูงสุดเมื่อพิจารณาเทียบกับเขตการให้บริการอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตที่ 11 ค่อนข้างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย เช่น เป็นที่ตั้งของศาสนสถานหลายแห่ง และเป็นที่ตั้งของศูนย์ขนส่ง เป็นต้น ซึ่งสถานที่ดังกล่าวถูกจัดให้เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ รองมาเป็นเขตที่ 5 และเขตที่ 1 และสำหรับในเขตการให้บริการน้ำประปาอื่น ๆ พบว่ามีอัตราการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกันโดยที่ในแต่ละช่วงปีมีอัตราการเพิ่มที่มีลักษณะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง



ภาพ 5-11 อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย
ปี 2543-2545

จากภาพ 5-11 เมื่อพิจารณาอัตราเฉลี่ยของการใช้น้ำของการใช้ประโยชน์ที่ดินของทุกอาคารที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย พบว่าเขตการให้บริการน้ำประปาที่ 1 มีค่าเฉลี่ยอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุดที่ 4.169 ลบ.ม./ตร.ม. ทั้งนี้เนื่องจากในเขตที่ 1 เป็นเขตที่ตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำน่าน ซึ่ง พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานราชการหลัก เช่น ศาลากลาง หน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชน รวมทั้งสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

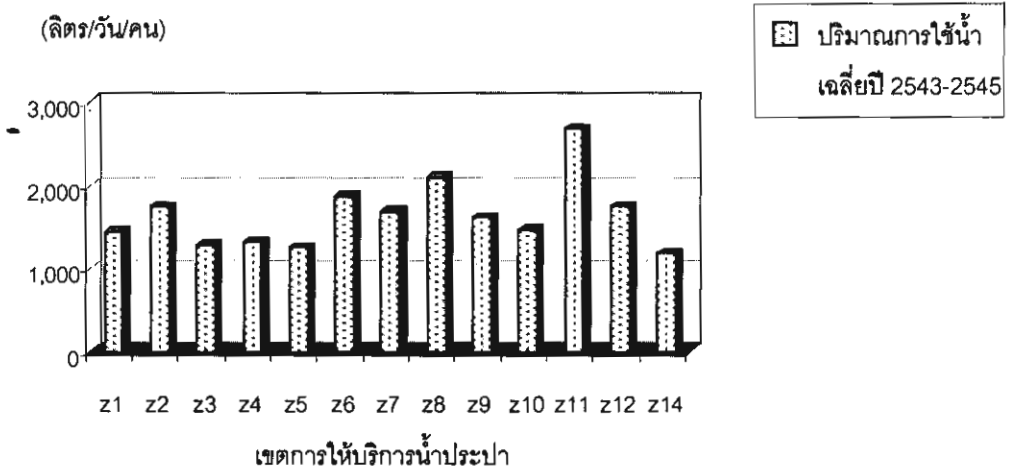
(6) การประมาณปริมาณการใช้น้ำประปา

ในการประมาณปริมาณการใช้น้ำในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่ปี 2543 – 2545 โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ปริมาณการใช้น้ำของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

(6.1) การประมาณปริมาณการใช้น้ำของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย

การคำนวณทำได้โดยใช้อัตราการใช้น้ำคูณกับจำนวนประชากร ผลการคำนวณพบว่าปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในปี 2543-2545 พบว่าเขตที่มีปริมาณการใช้น้ำสูงสุด คือ เขตที่บริการที่ 11 และเขตบริการที่มีการใช้น้ำในระดับน้อย ได้แก่ เขตบริการที่ 3, 4, 14, และ 5 เมื่อนำปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยระหว่างปี 2543-2545 มาหาค่าเฉลี่ย (ลบ.ม./ปี) ได้ค่าดังแสดงในภาพ 5-12 จากภาพ เมื่อพิจารณาการ

ประมาณปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยเฉลี่ยตั้งแต่ปี 2543 – 2545 พบว่าเขตการให้บริการน้ำประปาที่ 11 มีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดเป็น 2,671 ลบ.ม./วัน (หรือคิดเป็น 974,953 ลบ.ม./ปี) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเฉพาะรูปแบบการกระจายตัวของอาคารเพื่อการอยู่อาศัย พบว่าเขตที่ 11 ส่วนใหญ่จะเป็นที่ตั้งของอาคารเพื่อการอยู่อาศัย และเป็นที่ตั้งโครงการหมู่บ้านจัดสรร จึงมีส่วนส่งเสริมให้ปริมาณการใช้น้ำในเขตนี้สูงกว่าเขตอื่น รองมาเป็นเขตที่ 8 มีปริมาณการใช้น้ำที่ 2,098 ลบ.ม./วัน เขตที่ 6 (1,873 ลบ.ม./วัน) เขตที่ 12 (1,751 ลบ.ม./วัน) เขตที่ 2 (1,744 ลบ.ม./วัน) เขตที่ 7 (1,694 ลบ.ม./วัน) เขตที่ 9 (1,614 ลบ.ม./วัน) เขตที่ 10 (1,461 ลบ.ม./วัน) เขตที่ 1 (1,448 ลบ.ม./วัน) เขตที่ 4 (1,316 ลบ.ม./วัน) เขตที่ 3 (1,283 ลบ.ม./วัน) เขตที่ 5 (1,251 ลบ.ม./วัน) และเขตที่ 14 (1,185 ลบ.ม./วัน) ตามลำดับ



ภาพ 5-12 ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยปี 2543 –2545

(6.2) การคาดประมาณปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย คำนวณโดยใช้อัตราการใช้้ำของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท (ยกเว้นที่อยู่อาศัย) คูณกับเนื้อที่ของการใช้ประโยชน์ของที่ดินประเภทนั้น ๆ ผลการคำนวณการคาดการณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2543 – 2545 เพื่อการพาณิชย์กรรม เพื่อการอุตสาหกรรม หน่วยงานราชการ และอาคารประเภทอื่น ๆ แสดงในตาราง 5-14 ถึง 5-17 ตามลำดับ

ตาราง 5-14 ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการพาณิชย์กรรมปี 2543 – 2545

เขต การ ให้บริการ น้ำประปา (z)	เนื้อที่อาคาร พาณิชย์กรรม (Acz) (ตร.ม.)	อัตราการใช้น้ำเพื่อการพาณิชย์ กรรม (CRz) (ลบ.ม./ตร.ม.)			ปริมาณการใช้น้ำประปา (WUcz) (ลบ.ม./ปี)			ปริมาณการใช้น้ำ เฉลี่ย ปี 2543-2545 (ลบ.ม./ปี)
		ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	
1	15,017.93	0.215	0.735	0.376	3,225	11,036	5,652	6,638
2	26,761.29	0.196	0.392	0.627	5,243	10,479	16,790	10,837
3	37,983.92	1.347	1.861	1.796	51,159	70,700	68,204	63,354
4	123,770.61	0.360	0.509	0.535	44,573	62,952	66,159	57,895
5	91,361.71	0.471	0.584	0.835	42,995	53,382	76,250	57,542
6	61,426.32	0.152	0.198	0.374	9,330	12,164	22,985	14,826
7	32,277.63	0.183	0.708	1.675	5,908	22,841	54,076	27,608
8	19,875.03	0.041	0.048	0.113	808	947	2,255	1,337
9	75,795.48	0.330	0.712	0.957	25,011	53,982	72,501	50,498
10	77,375.25	0.176	0.351	0.288	13,614	27,197	22,311	21,041
11	93,823.84	0.517	0.129	0.125	48,506	12,142	11,694	24,114
12	60,814.85	0.221	0.279	0.230	13,459	16,974	14,016	14,817
14	14,713.39	0.156	0.244	0.221	2,297	3,591	3,251	3,046
ผลรวม	730,997.31	4.364	6.750	8.152	266,127	358,387	436,144	353,552

เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการพาณิชย์กรรมที่ได้คาดประมาณตั้งแต่ปี 2543 – 2545 จากตาราง 5-14 พบว่าเขตการให้บริการที่ 3 มีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดที่ 63,354 ลบ.ม./ปี ทั้งนี้เนื่องจากเขตดังกล่าวมีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เพื่อการอยู่อาศัย ปะปนกับอาคารพาณิชย์กรรม ซึ่งมักจะเป็นสถานประกอบการขนาดใหญ่ เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงแรม เป็นต้น รองมาเป็นเขตบริการที่ 4 และ 5 ที่มีปริมาณการใช้น้ำค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากเขตที่ 4 จัดเป็นศูนย์กลางเมืองที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อธุรกิจการค้าและบริการ เป็นหลัก และเขตที่ 5 ซึ่งเชื่อมต่อกับเขตที่ 4 ตั้งอยู่บริเวณถนนบรมไตรโลกนาถ ซึ่งเป็นถนนสายหลักที่พบว่าเป็นบริเวณที่มีการกระจายตัวของอาคารพาณิชย์กรรมมากรองมาจากถนนเอกาทศรุท ซึ่งเป็นถนนสายหลักของเขตบริการที่ 4

ตาราง 5-15 ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรม ปี 2543 – 2545

เขตการให้บริการน้ำประปา (z)	เนื้อที่อาคารอุตสาหกรรม (Aiz) (ตร.ม.)	อัตราการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม (IRz) (ลบ.ม./ตร.ม.)			ปริมาณการใช้น้ำประปา (WUiz) (ลบ.ม./ปี)			ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยปี 2543-2545 (ลบ.ม./ปี)
		ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	
1	2,109.93	3.230	4.156	2.926	6,816	8,768	6,174	7,253
2	4,166.23	0.655	1.207	0.488	2,730	5,029	2,033	3,264
3	17,865.32	0.359	0.367	1.254	6,415	6,554	22,402	11,791
4	3,185.09	2.100	2.073	1.879	6,688	6,603	5,984	6,425
5	4,058.72	1.689	1.781	2.507	6,855	7,227	10,175	8,086
6	77,475.87	0.075	0.112	0.162	5,791	8,672	12,536	9,000
7	21,444.72	0.350	0.418	0.410	7,509	8,963	8,794	8,422
8	832.17	1.918	1.524	1.130	1,596	1,269	940	1,268
9	9,491.26	0.574	0.807	1.312	5,451	7,659	12,453	8,521
10	16,417.46	0.747	0.771	0.855	12,261	12,653	14,032	12,982
11	26,472.60	0.300	0.459	0.442	7,940	12,142	11,694	10,592
12	17,377.89	0.183	0.289	0.297	3,182	5,023	5,159	4,454
14	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลรวม	200,897.227	12.181	13.963	13.660	74,066	91,647	113,540	92,057
ค่าเฉลี่ย	16,741.436	1.015	1.164	1.138	5,697	7,050	8,734	7,671

เมื่อพิจารณาตาราง 5-15 พบว่าเขตการให้บริการที่ 3 มีปริมาณการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมสูง ทั้งนี้เนื่องจากอุตสาหกรรมในเขตที่ 3 นี้ประกอบไปด้วยอุตสาหกรรมทั้งขนาดกลาง และขนาดเล็ก แต่ส่วนใหญ่มักจะเป็นอุตสาหกรรมขนาดกลาง เช่น โรงน้ำแข็ง (ที่พบว่ามีอยู่หลายแห่ง) และโรงสีข้าว เป็นต้น ประกอบกับในช่วงปี 2545 เป็นปีที่เศรษฐกิจเริ่มฟื้นตัว อาจมีผลทำให้อุตสาหกรรมดังกล่าวต้องเร่งกำลังการผลิตเพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค จึงทำให้ในช่วงปี 2545 ปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นสูง แต่เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาพบว่าเขตที่ 10 มีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดที่ 12,982 ลบ.ม./ปี และมีความสอดคล้องกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันที่พบว่าในเขตที่ 10 มีการกระจายตัวของอาคารอุตสาหกรรมอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่มักจะเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เช่น อุตสาหกรรมน้ำดื่ม ร้านซ่อมมอเตอร์ไซด์ ร้านเคาเฟ่สนี และร้านรับเชื่อมโลหะต่าง ๆ

ตาราง 5-16 ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานราชการ ปี 2543 - 2545

เขตการให้บริการ น้ำประปา (z)	เนื้อที่ของ หน่วยงาน ราชการ (Agz) (ตร.ม.)	อัตราการใช้น้ำของหน่วยงาน ราชการ (GRz) (ลบ.ม./ตร.ม.)			ปริมาณการใช้น้ำประปา (WUgz) (ลบ.ม./ปี)			ปริมาณการใช้น้ำ เฉลี่ยปี 2543-2545 (ลบ.ม./ปี)
		ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	
1	4,825.85	13.290	11.814	12.470	64,137	57,014	60,177	60,443
2	83,549.84	1.070	2.888	4.851	89,365	241,329	405,332	245,342
3	7,719.73	11.437	7.137	5.098	88,291	55,099	39,358	60,916
4	27,618.21	8.333	3.736	5.215	230,156	103,172	144,042	159,123
5	67,582.83	0.836	4.767	3.019	56,478	322,179	204,048	194,235
6	4,202.40	12.897	11.346	20.342	54,199	47,680	85,483	62,454
7	6,689.68	12.965	4.973	4.034	86,734	33,268	26,988	48,997
8	18,214.76	3.273	0.887	4.295	59,623	16,148	78,231	51,334
9	10,730.69	16.971	12.730	3.518	182,115	136,600	37,754	118,823
10	19,917.39	4.043	8.040	9.551	80,531	160,137	190,222	143,630
11	-	-	-	-	-	-	-	-
12	61,178.69	1.134	0.582	0.371	69,403	35,596	22,727	42,575
14	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลรวม	312,230.06	86.251	68.900	72.765	1,061,03	1,208,22	1,294,36	1,187,872
ค่าเฉลี่ย	28,384.55	7.841	6.264	6.615	96,457	109,839	117,669	107,988

เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานราชการที่ได้คาดประมาณตั้งแต่ปี 2543 - 2545 ดังตาราง 5-16 พบว่าเขตการให้บริการที่ 2 มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุดที่ 245,342 ลบ.ม./ปี เนื่องจากปริมาณน้ำมีความสอดคล้องกับลักษณะการใช้ที่ดินที่พบว่าในบริเวณฝั่งตะวันตกของแม่น้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่จะเป็นที่ตั้งของหน่วยงานราชการ เช่น ศาลากลางจังหวัด สถาบันการศึกษาต่าง ๆ เช่น โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม (ฝั่งวังจันทน์) และโรงเรียนจ่านกร้อง เป็นต้น รองมาเป็นเขตที่ 5 ที่พบว่ามีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยค่อนข้างสูงที่ 194,235 ลบ.ม./ปี สำหรับเขตอื่น ๆ ปริมาณการใช้น้ำพบว่าไม่สูงมากนักและมีลักษณะการเพิ่มที่ใกล้เคียงกัน

ตาราง 5-17 ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทอื่น ๆ ปี 2543 - 2545

เขตการให้บริการ น้ำประปา (z)	เนื้อที่อาคาร ประเภทอื่น ๆ (Aoz) (ตร.ม.)	อัตราการใช้น้ำของอาคาร ประเภทอื่น ๆ (ORz) (ลบ.ม./ตร.ม.)			ปริมาณการใช้น้ำประปา (WUoz) (ลบ.ม./ปี)			ปริมาณการใช้น้ำ เฉลี่ยปี 2543-2545 (ลบ.ม./ปี)
		ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	
1	7,035.88	0.070	0.319	0.421	491	2,246	2,960	1,899
2	24,504.20	0.147	0.114	0.129	3,595	2,802	3,159	3,185
3	22,783.23	0.208	0.239	0.155	4,749	5,453	3,532	4,578
4	16,616.99	0.224	0.278	0.265	3,723	4,621	4,411	4,252
5	13,272.19	0.044	0.436	0.305	586	5,786	4,044	3,472
6	29,263.94	0.041	0.093	0.131	1,208	2,719	3,834	2,587
7	10,587.27	0.124	0.104	0.198	1,315	1,102	2,099	1,505
8	28,374.02	0.064	0.039	0.261	1,826	1,097	7,396	3,440
9	11,363.89	0.195	0.188	0.221	2,215	2,131	2,506	2,284
10	15,925.35	0.085	0.092	0.114	1,353	1,469	1,813	1,545
11	7,090.25	0.075	0.324	0.541	535	2,300	3,832	-
12	19,801.07	0.020	0.063	0.058	394	1,239	1,147	927
14	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลรวม	206618.27	1.298	2.289	2.798	21,990	32,965	40,732	29,673
ค่าเฉลี่ย	17,218.19	0.108	0.191	0.233	1,833	2,747	3,394	2,698

เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินของอาคารประเภทอื่น ๆ ในตาราง 5-17 พบว่าเขตการให้บริการที่ 8 มีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดในปี 2545 เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตนี้ส่วนใหญ่จะเป็นที่ตั้งของอาคารที่อยู่อาศัย ศาสนสถานหลายแห่ง เช่น วัดโบสถ์และมัสยิด เป็นต้น เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาพบว่าเขตที่ 3 มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุดที่ 4,578 ลบ.ม./ปี รองมาเป็นเขตที่ 4 (4,252 ลบ.ม./ปี) และเขตที่ 5 (3,472 ลบ.ม./ปี) ตามลำดับ

(7) การวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำประปา รวมทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก

การประมาณปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยตั้งแต่ปี 2543 – 2545 ของการใช้น้ำเพื่อการอยู่อาศัย และการใช้น้ำในส่วนที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย สามารถสรุปเป็นภาพรวมของปริมาณการใช้น้ำทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกได้ดังตาราง 5-18

ตาราง 5-18 ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยรวมทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกตั้งแต่ปี 2543 – 2545

เขต (z)	ปริมาณการใช้น้ำประปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย (ลบ.ม./ปี)				ปริมาณการใช้น้ำรวมของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย (NRWUz) (ลบ.ม./ปี)	ปริมาณการใช้น้ำรวมของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย (RWUz) (ลบ.ม./ปี)	ปริมาณการใช้น้ำประปา รวมทั้งพื้นที่ (TWUz) (ลบ.ม./ปี)
	พาณิชย์กรรม	อุตสาหกรรม	หน่วยงานราชการ	ประเภทอื่นๆ			
1	6,638	7,253	60,443	1,899	76,232	528,625	604,857
2	10,837	3,264	245,342	3,185	262,629	636,516	899,145
3	63,354	11,791	60,916	4,578	140,639	468,222	608,861
4	57,895	6,425	159,123	4,252	227,694	480,374	708,068
5	57,542	8,086	194,235	3,472	263,335	456,775	720,110
6	14,826	9,000	62,454	2,587	88,867	683,499	772,366
7	27,608	8,422	48,997	1,505	86,532	618,333	704,865
8	1,337	1,268	51,334	3,440	57,379	765,838	823,217
9	50,498	8,521	118,823	2,284	180,125	589,051	769,176
10	21,041	12,982	143,630	1,545	179,197	533,353	712,550
11	24,114	10,592	-	-	34,706	974,953	1,009,659
12	14,817	4,454	42,575	927	62,773	639,180	701,953
14	3,046	-	-	-	4,074	432,500	435,546
รวม	353,552	92,057	1,187,872	29,673	1,664,183	7,807,218	9,470,373
เฉลี่ย	27,196	7,671	107,988	2,698	128,014	600,555	728,490

จากการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกตั้งแต่ปี 2543 – 2545 ในตาราง 5-18 พบว่าปริมาณการใช้น้ำประปาที่จ่ายให้กับประชาชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย จำนวน 7,807,218 ลบ.ม./ปี และที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย จำนวน 1,664,183 ลบ.ม./ปี และเมื่อพิจารณาในแต่ละ

เขตการให้บริการน้ำประปาในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย พบว่า เขตที่ 11 มีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดอยู่ที่ 974,953 ลบ.ม./ปี ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตนี้ส่วนใหญ่ถูกใช้ไปเพื่อการอยู่อาศัย เช่นเดียวกับเขตที่ 8 ที่พบว่ามีปริมาณการใช้น้ำรองลงมาที่ 765,838 ลบ.ม./ปี และเขตที่ 6 ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำอยู่ที่ 683,499 ลบ.ม./ปี ตามลำดับ สำหรับปริมาณการใช้น้ำในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย พบว่า เขตที่ 5 มีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดที่ 263,335 ลบ.ม./ปี ทั้งนี้เนื่องจากเขตที่ 5 เป็นเขตที่มีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินค่อนข้างหลากหลาย และที่ตั้งอยู่ถัดออกมาจากเขตที่ 4 ที่จัดเป็นย่านธุรกิจหลักของเมือง ด้วยเหตุดังกล่าวจึงมีส่วนส่งเสริมให้ปริมาณการใช้น้ำในเขตนี้สูงกว่าเมื่อเทียบกับเขตอื่น

(8) การประเมินสถานภาพการใช้น้ำประปาในแต่ละเขตการให้บริการ

สำหรับในการประเมินสถานภาพการใช้น้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ได้ประเมินเฉพาะในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำประปาส่วนใหญ่ในพื้นที่เทศบาลถูกนำมาใช้เพื่อการอยู่อาศัยเป็นหลัก ผลการวิเคราะห์แสดงในตาราง 5-19

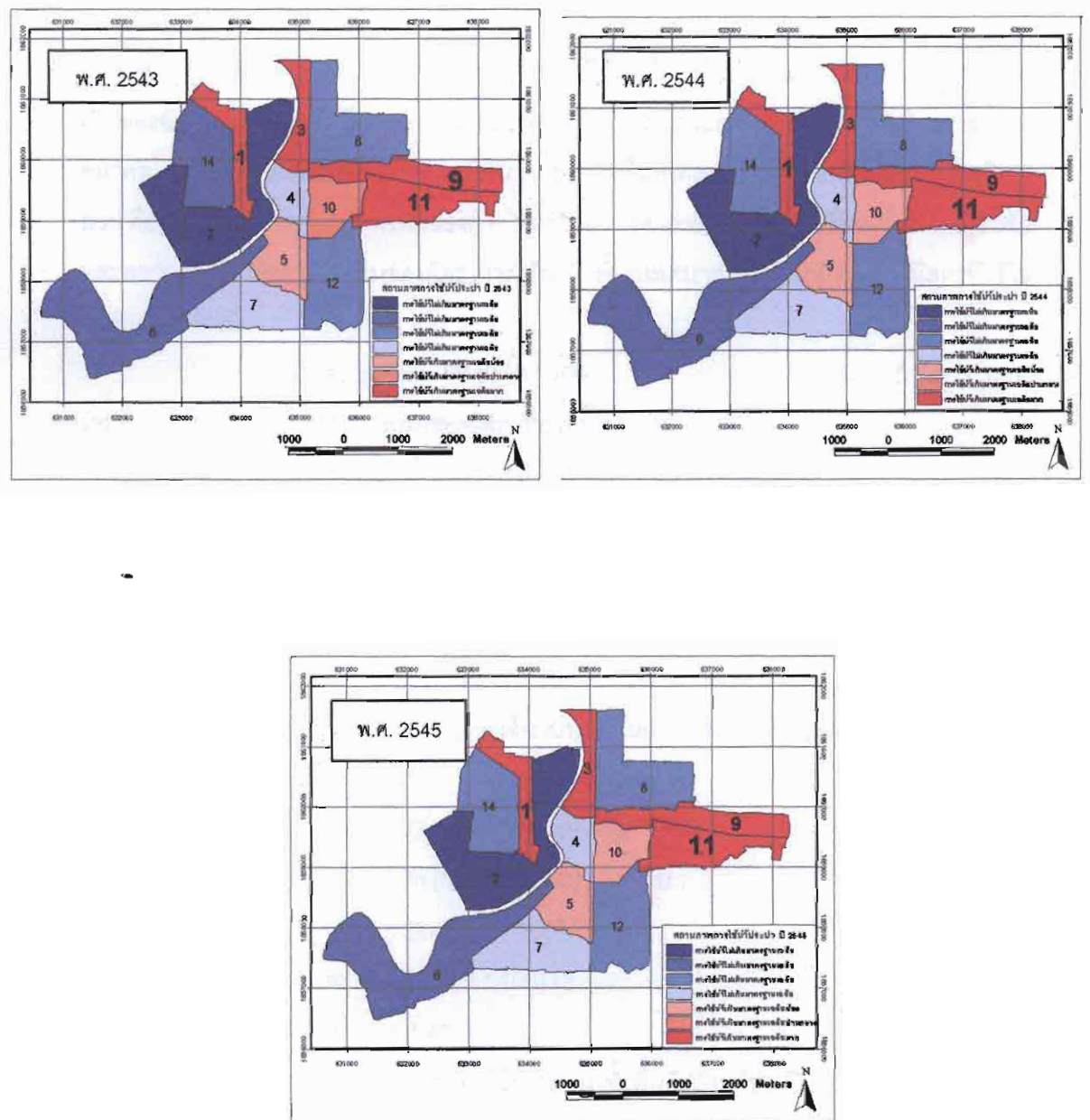
ตาราง 5-19 สถานภาพการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยปี 2543 - 2545

เขตการให้บริการ ให้น้ำประปา (z)	อัตราการใช้น้ำประปา (RRz) (ลิตร/คน/วัน)			อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ย ปี 2543-2545 (ลิตร/คน/วัน)	สถานภาพการใช้น้ำประปา (SDW)			สถานภาพการใช้น้ำประปาเฉลี่ย 2543-2545
	ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545		ปี 2543	ปี 2544	ปี 2545	
1	375.06	406.11	419.40	400.19	1.10	1.24	1.36	1.24
2	114.48	121.23	120.60	118.77	-1.69	-1.68	-1.62	-1.67
3	368.31	388.06	389.48	381.95	1.03	1.06	1.06	1.05
4	254.28	253.16	238.51	248.65	-0.19	-0.33	-0.45	-0.32
5	288.14	289.98	284.81	287.64	0.17	0.05	0.02	0.08
6	167.68	179.77	185.13	177.53	-1.12	-1.08	-0.98	-1.06
7	249.59	266.88	257.14	257.87	-0.24	-0.18	-0.27	-0.23
8	218.18	230.03	222.72	223.65	-0.58	-0.56	-0.61	-0.58
9	398.40	394.91	392.22	395.17	1.35	1.13	1.09	1.19
10	325.78	331.35	308.88	322.00	0.58	0.48	0.26	0.44
11	387.27	426.21	439.21	417.56	1.24	1.45	1.56	1.42
12	214.59	224.11	225.58	221.42	-0.62	-0.62	-0.57	-0.61
14	176.44	191.75	197.37	188.52	-1.03	-0.95	-0.86	-0.95
ค่าเฉลี่ย	272.17	284.89	283.16	280.00				
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	93.16	97.53	99.92	3.43				

ในการประเมินสถานภาพการใช้น้ำประปาจากอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของปีนั้น ถ้าดัชนีสถานภาพที่มีค่าเป็นบวกแสดงถึงปริมาณการใช้น้ำประปาที่สูงกว่าอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในปีนั้น ๆ และถ้าดัชนีสถานภาพที่เป็นลบ แสดงถึงปริมาณการใช้น้ำประปาที่ต่ำกว่าอัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยในปีนั้น ๆ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าในปี 2543, 2544 และ 2545 มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยเท่ากับ 272.17 ± 93.16 , 284.89 ± 97.53 และ 283.16 ± 99.92 ลิตร/คน/วัน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาสถานภาพการใช้น้ำประปาเฉลี่ยตั้งแต่ปี 2543 - 2545 พบว่าอัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยเท่ากับ 280.00 ± 3.43 ลิตร/คน/วัน และพบว่าเมื่อทำการประเมินสถานภาพการใช้น้ำประปาในแต่ละเขตการให้บริการพบว่า มีอยู่ 6 เขตบริการ ที่มีปริมาณการใช้น้ำประปาที่เกินอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย คือ เขตการให้บริการที่ 11 เนื่องจากเขตนี้มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เพื่อการอยู่อาศัยมากกว่ากิจกรรมอื่น ประกอบกับเป็นเขตที่ตั้งของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ Big-C โรงแรม และศูนย์บริการ

รถต่าง ๆ จึงเป็นเหตุให้เขตบริการนี้มีสถานภาพการใช้น้ำประปาสูงกว่าเขตบริการอื่น ๆ ตลอดช่วงระยะเวลา 3 ปีที่ผ่านมา รองมาเป็นเขตการให้บริการน้ำประปาที่ 1 เขตการให้บริการที่ 9, 3, 10 และ 5 ตามลำดับ และสำหรับเขตที่พบว่ามีสถานภาพการใช้น้ำประปาไม่เกินอัตราการใช้เฉลี่ยมีอยู่ 7 เขตบริการ คือ เขตที่ 7, 4, 8, 12, 14, 6 และเขตที่ 2 ตามลำดับ ดังนั้นการประเมินสถานภาพการใช้น้ำประปาจึงเป็นค่าที่สามารถบอกให้ทราบถึงเขตการให้บริการน้ำประปาที่มีแนวโน้มการใช้ น้ำประปาสูงหรือต่ำ ซึ่งถ้าสูงเกินค่าเฉลี่ยอัตราการใช้มาก ๆ จะบอกให้ทราบว่าเขตดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะประสบปัญหาปริมาณการใช้น้ำประปาได้สูงกว่าเขตการให้บริการที่มีสถานภาพการใช้น้ำประปาต่ำ

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการจัดชั้นข้อมูล (Classification) โดยใช้ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐานในการกำหนดชั้นข้อมูล เพื่อแสดงสถานภาพการใช้น้ำประปาในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาในรูปของแผนที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543, 2544, และ 2545 ดังภาพ 5-13



ภาพ 5-13 สถานภาพการใช้น้ำประจำปี พ.ศ. 2545, 2544 และ 2543

หมายเหตุ ตัวเลขที่ปรากฏในแผนที่หมายถึงเลขประจำของแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา (Zone ID) การพยากรณ์ความต้องการน้ำประปา

(9) การพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำประปาในอนาคต

การพยากรณ์ความต้องการน้ำประปาสำหรับการศึกษารังนี้ จะทำการพยากรณ์ความต้องการน้ำในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และประเมินความต้องการน้ำทั้งพื้นที่

เทศบาลนครพิษณุโลก โดยกำหนดปีเป้าหมายการศึกษาไว้ตั้งแต่ปี 2545, 2550, 2555, 2560 และ 2565 ในการพยากรณ์ความต้องการน้ำประปานั้นจำเป็นต้องทราบถึงอัตราการเพิ่มของอัตราการใช้น้ำ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากฐานข้อมูลปริมาณการใช้น้ำที่มีอยู่ในอดีต และเมื่อทราบถึงอัตราการเพิ่มของอัตราการใช้น้ำแล้วจึงสามารถนำอัตราการเพิ่มนั้นมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการน้ำในอนาคตได้ ในการพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ พยากรณ์จากอัตราการเพิ่มของการใช้น้ำในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และพยากรณ์จากอัตราการเพิ่มของอัตราการใช้น้ำทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก โดยมีสูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

$$Gr = \ln[Rwn / Rwo] / n * 100 \quad (\text{สมการ 3-9})$$

โดยที่ Gr = อัตราการเพิ่มของอัตราการใช้น้ำประปา
 Rwn = อัตราการใช้น้ำประปา (ปีปัจจุบัน) (ลบ.ม./คน/ปี)
 Rwo = อัตราการใช้น้ำประปาในปีที่ศึกษาย้อนหลัง (ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มี) เช่น ข้อมูลย้อนหลังมี 10 ปี (ลบ.ม./คน/ปี)
 n = จำนวนปีระหว่างปี Rwn และ Rwo ที่ทำการศึกษา

9.1 อัตราการเพิ่มของอัตราการใช้น้ำประปาในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย (ตั้งแต่ช่วงปี 2543 – 2545)

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad Gr &= \ln[Rwn/Rwo]/n * 100 \\ Gr &= \ln [90.71 / 86.99] / 3 * 100 \\ &= [\ln 1.042 * 100] / 3 \\ &= [0.041 * 100] / 3 \\ &= 1.40 \end{aligned}$$

9.2 อัตราการเพิ่มของอัตราการใช้น้ำประปาทั้งพื้นที่ (ตั้งแต่ช่วงปี 2535 – 2545)

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad Gr &= \ln[Rwn/Rwo]/n * 100 \\ Gr &= \ln [112.66 / 86.34] / 10 * 100 \\ &= [\ln 1.304 * 100] / 10 \\ &= [0.266 * 100] / 10 \\ &= 2.66 \end{aligned}$$

จากการผลการวิเคราะห์พบว่าอัตราการเพิ่มของอัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยมีอัตราการเพิ่มอยู่ที่ 1.40 เปอร์เซ็นต์ต่อปี และทั้งพื้นที่เทศบาลมีอัตราการเพิ่มของอัตราใช้น้ำอยู่ที่ 2.66 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ดังนั้นเมื่อทราบอัตราการเพิ่มแล้วจึงสามารถวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์อัตราการใช้น้ำประปาในอนาคตได้ ดังสูตรด้านล่างนี้

$$R_{wn+} = \text{Anti In}(r / 100 * n) * R_{wo} \quad (\text{สมการ 5-10})$$

โดยที่ R_{wn+} = อัตราความต้องการน้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยตามปีเป้าหมายที่ต้องการพยากรณ์ (ลบ.ม./คนปี)

R_{wo} = อัตราความต้องการน้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในปีปัจจุบัน (ลบ.ม./คนปี) (ปี 2545)

การคำนวณอัตราความต้องการน้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในปี 2550 แสดงการคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} R_{wn+} &= \text{Anti In} [1.40 / 100 * 5] * 90.71 \\ &= [\text{Anti In } 0.07] * 90.71 \\ &= 1.073 * 90.71 \\ &= 97.29 \end{aligned}$$

นั่นคือ อัตราความต้องการน้ำประปาในปี 2550 เท่ากับ 97.29 ลบ.ม./คนปี การคำนวณอัตราความต้องการน้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในปี 2555, 2560, และ 2565 ทำได้ในทำนองเดียวกัน โดยแทนค่า n ในสมการเป็น 10, 15 และ 20 ตามลำดับ จะทำให้ได้ค่าจากการคำนวณเท่ากับ 104.34 ลบ.ม./คนปี, 111.91 ลบ.ม./คนปี และ 119.73 ลบ.ม./คนปี ตามลำดับ

ส่วนอัตราความต้องการน้ำประปาทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกก็คำนวณในทำนองเดียวกัน เช่นในปี 2550 แต่ใช้อัตราการเพิ่มประชากรเท่ากับ 2.66 และแสดงการคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} R_{wn+} &= \text{Anti In} [2.66 / 100 * 5] * 112.66 \\ &= [\text{Anti In } 0.133] * 112.66 \\ &= 1.142 * 112.66 \\ &= 128.69 \end{aligned}$$

นั่นคือ อัตราความต้องการน้ำประปาในปี 2550 เท่ากับ 128.69 ลบ.ม./คนปี การคำนวณอัตราความต้องการน้ำประปาทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก ในปี 2555 2560 และ 2565 ทำได้ในทำนองเดียวกัน โดยแทนค่า n ในสมการเป็น 10 15 และ 20 ตามลำดับ จะทำให้ได้ค่าจากการ

คำนวณเท่ากับ 147.00 ลบ.ม./คนปี, 167.90 ลบ.ม./คนปี, และ 191.74 ลบ.ม./คนปี ตามลำดับ
ผลจากการคำนวณข้างต้น สามารถสรุปได้ดังตาราง 5-20

ตาราง 5-20 การคาดประมาณอัตราความต้องการประปาทั้งพื้นที่เทศบาล และในส่วนของการใช้
ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยตามปีเป้าหมาย

ปี	จำนวนประชากร ในเขตเทศบาล (คน)	อัตราการใช้ น้ำ ส่วนของการใช้ประโยชน์ ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย			อัตราการใช้ น้ำ ประปาทั้งพื้นที่เทศบาล		
		ลบ.ม./วัน	ลบ.ม./คนปี	ลิตร/คน/วัน	ลบ.ม./วัน	ลบ.ม./คนปี	ลิตร/คน/วัน
2545	85,845	21,334	90.71	248.52	26,496	112.66	308.65
2550	90,376	24,089	97.29	253.17	31,864	128.69	352.57
2555	95,145	27,198	104.34	257.91	38,318	147.00	402.73
2560	100,166	30,711	111.91	262.74	46,076	167.90	460.00
2565	105,453	34,591	119.73	267.66	55,396	191.74	525.31

ในการศึกษาการพยากรณ์ปริมาณความต้องการน้ำประปาในอนาคต มีสูตรในการ
คำนวณ คือ

$$WDR_n = (P_{ny+}) * (R_{wn+}) \quad (\text{สมการ 5-11})$$

โดยที่ WDR_n = ปริมาณความต้องการน้ำประปาในแต่ละปีเป้าหมาย (ลบ.ม./วัน)
 P_{ny+} = จำนวนประชากรในปีที่พยากรณ์
 R_{wn+} = อัตราความต้องการน้ำประปา (ลบ.ม./คนปี)
 n = ปีเป้าหมายที่พิจารณา โดยที่ $n = n_0, n_1, n_3$

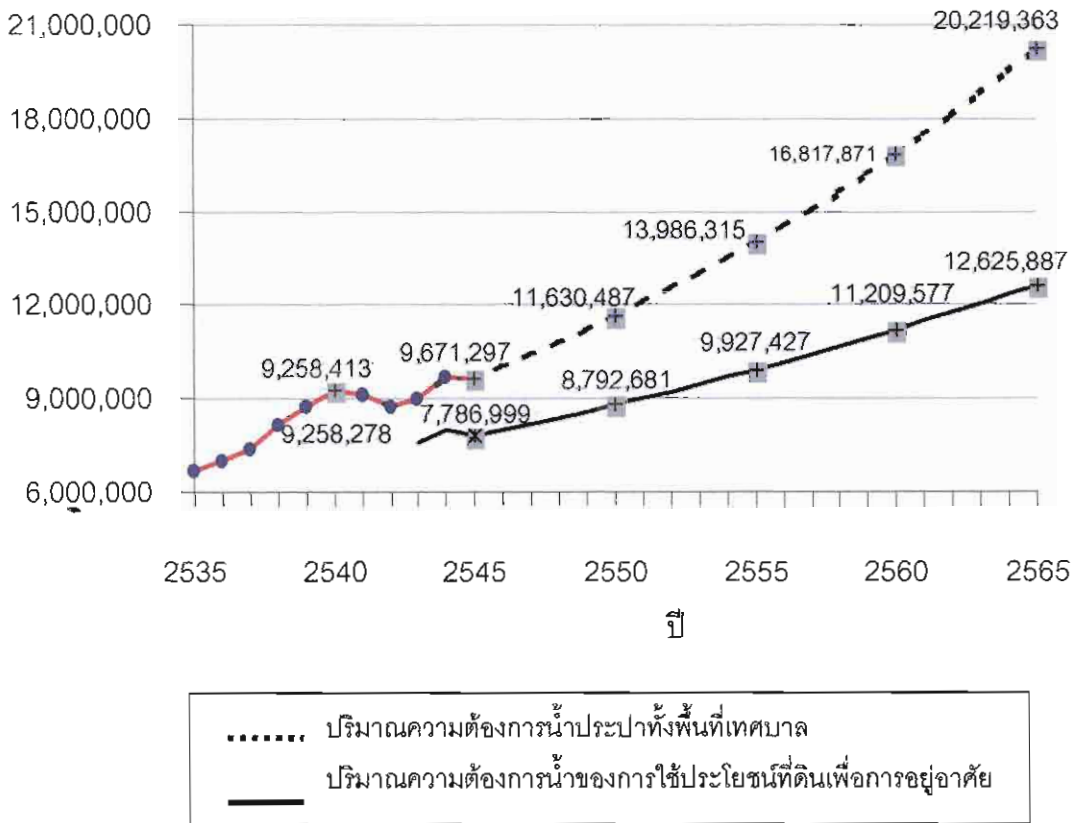
ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำที่ได้จากการรายงาน และข้อมูลตัวเลขที่ได้จากการพยากรณ์
สามารถสรุปดังแสดงในตาราง 5-21

ตาราง 5-21 ปริมาณความต้องการน้ำ อัตราการใช้น้ำ และปริมาณความต้องการน้ำประปาเพื่อการอยู่อาศัยและทั้งพื้นที่เทศบาล

ปี	ประชากรใน เขตเทศบาล (คน)	สถิติปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./ปี)		อัตราการใช้น้ำ (ลบ.ม./คน/ปี)		ปริมาณความต้องการน้ำประปา จากการพยากรณ์ (ลบ.ม./ปี)	
		ที่อยู่อาศัย	ทั้งเทศบาล	ที่อยู่อาศัย	ทั้งเทศบาล	ที่อยู่อาศัย	ทั้งเทศบาล
2540	82,495	-	9,258,278	86.79	112.23	7,159,741	9,258,413
2541	89,949	-	9,147,211	80.72	101.69	7,260,446	8,871,711
2542	89,715	-	8,755,143	82.07	97.59	7,362,807	9,087,266
2543	87,614	7,621,334	9,044,548	86.99	103.23	7,621,334	9,113,591
2544	87,706	8,013,433	9,704,656	91.37	110.65	8,013,433	9,369,650
2545	85,845	7,786,888	9,671,666	90.71	112.66	7,786,999	9,671,297
2550	90,376	-	-	97.29	128.69	8,792,681	11,630,487
2555	95,145	-	-	104.34	147.00	9,927,427	13,986,315
2560	100,166	-	-	111.91	167.90	11,209,577	16,817,871
2565	105,453	-	-	119.73	191.74	12,625,887	20,219,363

จากตาราง 5-21 พบว่า ปริมาณความต้องการน้ำประปาจากการพยากรณ์การใช้น้ำทั้งพื้นที่เทศบาลในปี 2540 มีค่าเท่ากับ 9,258,413 ลบ.ม./ปี ซึ่งสูงกว่าปริมาณการใช้น้ำจริงซึ่งได้รายงานไว้ที่ 9,258,278 ลบ.ม./ปี แต่นับว่ามีความใกล้เคียงกับปริมาณความต้องการน้ำในส่วนของที่อยู่อาศัย ส่วนปี 2545 พบว่าค่าจากการพยากรณ์ มีค่าเท่ากับ 9,671,297 ลบ.ม./ปี ซึ่งต่ำกว่าปริมาณการใช้น้ำจริง (9,671,666 ลบ.ม./ปี) และจากการพยากรณ์ในอนาคต (ภาพ 5-14) พบว่าในปี 2550, 2555, 2560 และ 2565 มีปริมาณความต้องการน้ำทั้งพื้นที่เทศบาลเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าเป็น 11,630,487 ลบ.ม./ปี, 13,986,315 ลบ.ม./ปี, 16,817,871ลบ.ม./ปี, และ 20,219,363 ลบ.ม./ปี ตามลำดับ ตาราง 3-22 แสดงผลการพยากรณ์ความต้องการน้ำในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาของการใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และแสดงในรูปแบบที่ความต้องการน้ำประปาของแต่ละเขตจากการพยากรณ์ได้ดังภาพ 5-14 และภาพ 5-15

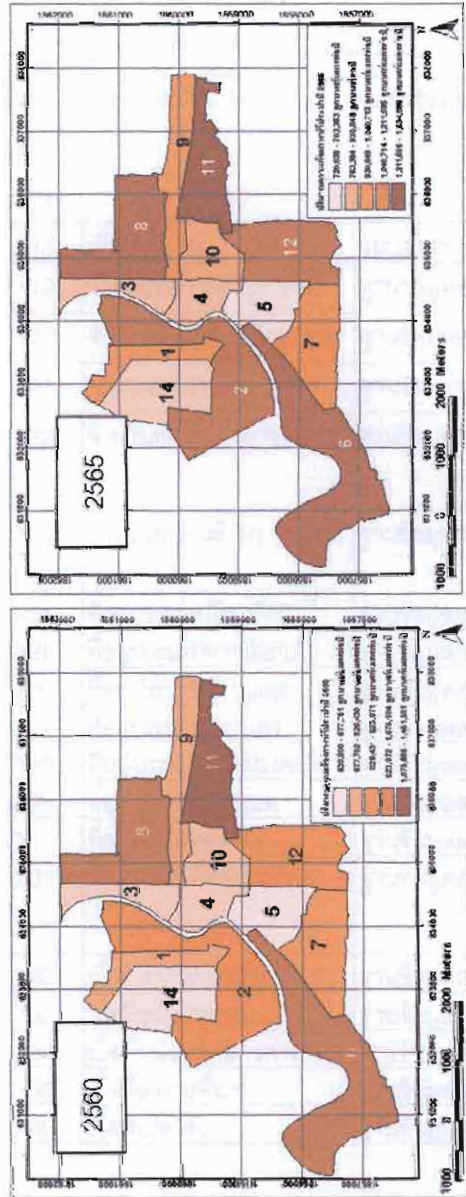
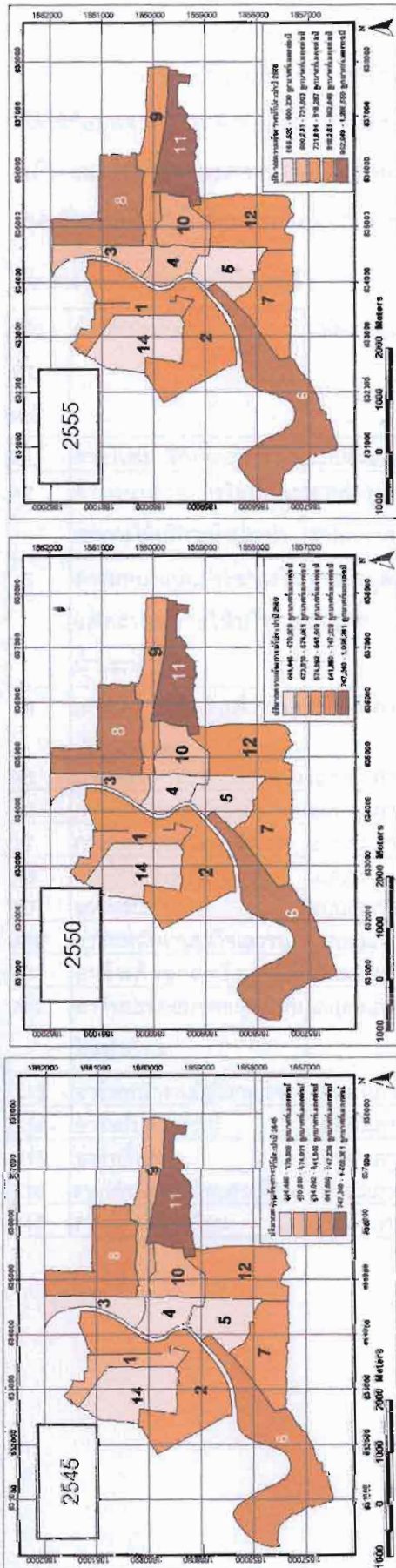
ปริมาณน้ำประปา (ลบ.ม./ปี)



ภาพ 5-14 ปริมาณความต้องการน้ำประปาจากการพยากรณ์ในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก

ตาราง 5-22 ปริมาณความต้องการน้ำประปาในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาตามปีเป้าหมาย

เขตการให้บริการ	ประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก (คน)										ปริมาณความต้องการน้ำในส่วนของการอยู่อาศัยในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก (ลบ.ม.ปี)				
	2545	2550	2555	2560	2565	2545	2550	2555	2560	2565	2545	2550	2555	2560	2565
1	3,557	6,319	6,653	7,004	7,374	544,493	614,822	694,169	783,822	882,857					
2	14,582	7,449	7,843	8,256	8,692	641,849	724,753	818,287	923,971	1,040,713					
3	3,312	5,464	5,753	6,056	6,376	470,809	531,621	600,230	677,751	763,383					
4	5,319	5,352	5,635	5,932	6,245	461,154	520,719	587,921	663,852	747,728					
5	4,275	5,158	5,431	5,717	6,019	444,446	501,853	566,620	639,800	720,638					
6	10,403	8,159	8,589	9,042	9,520	702,952	793,749	896,187	1,011,931	1,139,787					
7	6,466	7,010	7,379	7,769	8,179	603,947	681,956	769,966	869,409	979,257					
8	9,228	8,673	9,130	9,612	10,119	747,239	843,756	952,648	1,075,684	1,211,595					
9	4,010	6,663	7,015	7,385	7,775	574,091	648,243	731,903	826,430	930,848					
10	4,460	5,836	6,143	6,468	6,809	502,797	567,741	641,011	723,799	815,250					
11	6,286	11,703	12,321	12,971	13,656	1,008,361	1,138,606	1,285,550	1,451,581	1,634,986					
12	7,771	7,426	7,817	8,230	8,664	639,791	722,429	815,663	921,008	1,037,376					
14	6,177	5,164	5,437	5,724	6,026	444,960	502,433	567,275	640,540	721,471					
ผลรวม	85,845	90,376	95,125	100,166	105,453	7,786,999	8,792,681	9,927,427	11,209,577	12,625,887					



ภาพ 5-15 แผนที่ปริมาณความต้องการน้ำเบื้องต้นเป้าหมาย พ.ศ. 2545, 2550, 2555 2560 และ 2565

(10) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก ได้ใช้ข้อมูลจาก 3 แหล่งข้อมูลนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน คือ ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถิติปริมาณการใช้น้ำในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก และข้อมูลการสำรวจจากแบบสัมภาษณ์ จำนวน 398 ชุด ตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้จำแนกตามแหล่งที่มาของข้อมูล ดังตาราง 5-23

ตาราง 5-23 ตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา

รหัสตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร	แหล่งข้อมูล	รหัสตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร	แหล่งข้อมูล
X1	จำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน	แบบสัมภาษณ์	X18	เนื้อที่ใช้สอย	แบบสัมภาษณ์
X2	จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ	X19	จำนวนอาคารที่อยู่อาศัย	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X3	ความหนาแน่นประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ	X20	จำนวนอาคารพาณิชย์กรรม	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X4	การศึกษาระดับต่ำกว่าประถมศึกษา	แบบสัมภาษณ์	X21	จำนวนอุตสาหกรรม	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X5	การศึกษาระดับประถมศึกษา	แบบสัมภาษณ์	X22	จำนวนหน่วยงานราชการ	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X6	การศึกษาระดับมัธยมศึกษา	แบบสัมภาษณ์	X23	จำนวนอาคารอื่น ๆ	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X7	การศึกษาระดับอนุปริญญา	แบบสัมภาษณ์	X24	ที่อยู่ประเภทบ้านเดี่ยว	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X8	การศึกษาระดับปริญญาตรี	แบบสัมภาษณ์	X25	ที่อยู่ประเภททาวน์เฮาส์	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X9	อาชีพรับราชการ	แบบสัมภาษณ์	X26	ที่อยู่ประเภทบ้านแฝด	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X10	อาชีพพนักงานธุรกิจเอกชน	แบบสัมภาษณ์	X27	ที่อยู่ประเภทห้องแถว	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X11	อาชีพค้าขายหรือธุรกิจ	แบบสัมภาษณ์	X28	ที่อยู่ประเภทตึกแถว/อาคาร	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X12	อาชีพประกอบอุตสาหกรรมในครัวเรือน	แบบสัมภาษณ์	X29	ที่อยู่ประเภทเรือนแพ	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X13	อาชีพพนักงานรัฐวิสาหกิจ	แบบสัมภาษณ์	X	ที่อยู่ประเภทคอนโด	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X14	อาชีพรับจ้างทั่วไป	แบบสัมภาษณ์	X31	จำนวนเนื้อที่ที่อยู่อาศัย	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X15	อาชีพอื่น ๆ	แบบสัมภาษณ์	X32	เนื้อที่อาคารพาณิชย์กรรม	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X16	รายได้ของครัวเรือนต่อเดือน	แบบสัมภาษณ์	X33	เนื้อที่อุตสาหกรรม	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
X17	ราคาค่าน้ำต่อเดือน	แบบสัมภาษณ์	X34	เนื้อที่หน่วยงานราชการ	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
			X35	เนื้อที่อาคารอื่น ๆ	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ
			X36	เนื้อที่เปิดโล่ง	ฐานข้อมูลสารสนเทศฯ

เพื่อความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายข้อมูล จึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ดังนี้

n	=	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
r	=	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)
R	=	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Regression Coefficient)
R^2	=	ค่าอำนาจในการพยากรณ์ (R Square)
R^2_{adj}	=	ค่าอำนาจในการพยากรณ์ที่ปรับแก้ให้เหมาะสม (Adjusted R Square)
SE_b	=	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
SE_{est}	=	ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Standard Error)
b	=	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ
$Beta$	=	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน
F	=	ค่าสถิติที่ใช้สำหรับทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับตัวแปรที่นำเข้าสู่สมการพยากรณ์
Constant	=	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
$\hat{Y}$	=	คะแนนปริมาณการใช้น้ำในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ที่ได้จากการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
$\hat{Z}$	=	คะแนนปริมาณการใช้น้ำในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ที่ได้จากการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

สำหรับในการวิเคราะห์ครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ (ซึ่งในการศึกษานี้ คือ ปริมาณการใช้น้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก) กับตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย โดยวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในการศึกษาวิจัย (ตัวแปรอิสระ) และตัวแปรปริมาณการใช้น้ำในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก (ตัวแปรตาม) ใช้ตัวแปรปริมาณการใช้น้ำเป็นตัวแปรอิสระ (ตัวแปรเกนท์) และตัวแปรต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในการศึกษาวิจัยเป็นตัวแปรตาม (ตัวแปรพยากรณ์) ได้ผลดังตาราง 5-24

ตาราง 5-24 (ต่อ)

ตัวแปร	(x14)	(x15)	(x16)	(x17)	(x18)	(x19)	(x20)	(x21)	(x22)	(x23)	(x24)	(x25)	(x26)	
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน	(x1)	0.042	0.268	0.062	0.141	-0.078	-0.102	-0.188	-0.023	-0.280	-0.149	-0.044	-0.523	0.510
	(x2)	0.032	-0.152	.898**	.864**	.839**	.999**	-0.527	0.302	0.263	.820**	.974**	0.476	0.551
	(x3)	0.377	0.281	-0.352	-0.263	-0.145	-0.166	-0.038	-0.134	-0.066	-0.322	-0.061	0.221	-0.251
การศึกษาระดับต่ำกว่าประถมศึกษา	(x4)	-0.140	-0.206	.633*	.699**	0.245	0.405	-0.330	-0.251	0.510	0.333	0.389	-0.046	0.397
	(x5)	-0.249	0.366	-0.221	-0.058	-0.152	-0.333	-0.337	-.560*	-0.137	-0.255	-0.275	-0.242	-0.291
	(x6)	0.205	0.151	-0.016	0.017	0.394	0.261	-0.287	0.091	-0.443	0.216	0.277	0.411	0.256
การศึกษาระดับอนุปริญญา	(x7)	0.227	-0.095	-0.292	-0.344	-0.159	-0.134	.686**	0.347	-0.034	-0.103	-0.194	0.127	-0.303
	(x8)	-0.206	-0.041	-0.078	-0.238	-0.285	-0.241	-0.194	0.102	-0.017	-0.228	-0.184	-0.353	0.026
	(x9)	-0.208	0.067	0.353	0.315	0.369	0.408	-0.549	0.071	0.243	0.105	0.433	0.089	.647*
อาชีพพนักงานธุรกิจเอกชน	(x10)	0.330	-0.188	-0.236	-0.083	0.076	-0.044	0.392	-0.139	-0.024	-0.087	-0.126	0.360	-0.013
	(x11)	-0.528	-0.116	-0.083	-0.133	-0.251	-0.323	0.252	-0.204	-0.093	0.079	-0.275	-0.158	-.612*
	(x12)	0.197	-0.297	-0.214	-0.243	-0.402	-0.289	0.385	0.033	0.214	-0.102	-0.420	0.027	-0.374
อาชีพพนักงานรัฐวิสาหกิจ	(x13)	-0.102	0.426	0.102	0.003	0.212	0.180	-0.088	0.184	0.029	-0.050	0.112	0.108	0.050

ตาราง 5-24 (ต่อ)

ตัวแปร	(x27)	(x28)	(x29)	(x30)	(x31)	(x32)	(x33)	(x34)	(x35)	(x36)	Y	
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนประชากรรวมแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา ความหนาแน่นประชากรรวมในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา	(x1)	-0.202	-0.527	-0.474	0.259	-0.047	-0.081	-0.214	0.068	-0.271	0.077	.557*
	(x2)	0.132	0.477	-0.005	0.159	.989**	-0.435	0.229	0.376	0.534	.896**	0.207
	(x3)	-0.375	-0.235	-0.131	-0.550	-0.090	-0.048	-0.121	-0.319	-0.209	-.560*	-0.075
การศึกษาในระดับต่ำกว่าประถมศึกษา การศึกษาในระดับประถมศึกษา การศึกษาในระดับมัธยมศึกษา การศึกษาในระดับอนุปริญญา การศึกษาในระดับปริญญาตรี อาชีพรับราชการ อาชีพพนักงานธุรกิจเอกชน อาชีพค้าขายหรือธุรกิจการค้า อาชีพประกอบอุตสาหกรรมในครัวเรือน อาชีพพนักงานรัฐวิสาหกิจ	(x4)	0.019	0.006	-0.134	0.723	0.399	-0.395	.586*	-0.153	0.309	0.552	0.508
	(x5)	-0.276	-0.277	0.083	0.097	-0.321	-0.424	-0.037	-0.470	-0.159	-0.150	0.225
	(x6)	-0.221	0.130	0.209	-0.505	0.292	-0.202	-0.503	0.085	-0.195	0.041	-0.112
	(x7)	0.353	0.258	0.170	-0.259	-0.143	.716**	-0.055	0.219	-0.080	-0.277	-0.269
	(x8)	-0.173	-0.338	-0.401	-0.036	-.258*	-0.176	-0.102	0.129	0.080	-0.120	-.243*
	(x9)	-0.351	-0.027	-0.255	-0.033	0.427	-0.409	0.084	0.145	0.150	0.382	-0.060
	(x10)	0.120	0.271	0.277	-0.177	-0.060	0.265	-0.002	-0.228	-0.262	-0.275	0.077
	(x11)	-0.041	-0.216	0.135	0.431	-0.332	0.145	-0.018	-0.132	0.263	-0.112	-0.048
(x12)	.623*	0.368	0.202	-0.095	-0.384	0.189	0.272	0.037	0.119	-0.228	0.027	
(x13)	0.518	0.347	-0.249	-0.343	0.177	-0.107	-0.028	0.172	-0.307	0.120	0.027	

ตาราง 5-24 (ต่อ)

ตัวแปร	(x27)	(x28)	(x29)	(x30)	(x31)	(x32)	(x33)	(x34)	(x35)	(x36)	Y
อาชีพรับจ้างทั่วไป	(x14)	0.124	0.057	0.154	-0.249	0.045	0.308	-0.075	0.138	-0.203	-0.099 -0.056*
อาชีพอื่น ๆ	(x15)	-0.224	-0.299	-0.416	-0.328	-0.056	-0.367	-0.219	-0.218	-0.434	-0.193 0.419
รายได้รวมตามจริงต่อเดือน	(x16)	0.231	0.267	-0.255	0.411	.875**	-0.448	0.316	0.455	0.601	.929** 0.256
ราคาค่าน้ำต่อเดือน	(x17)	0.025	0.356	0.019	0.483	.835**	-0.463	0.446	0.068	.566*	.831** .611*
เนื้อที่ไร่น้อย	(x18)	-0.102	0.516	0.209	-0.011	0.826	-0.540	-0.010	0.082	0.341	.701** 0.273
จำนวนอาคารที่อยู่อาศัย	(x19)	0.145	0.501	0.009	0.109	0.989	-0.441	0.207	0.384	0.520	.885** 0.191
จำนวนอาคารพาณิชย์กรรม	(x20)	0.266	0.077	0.328	0.182	-0.572	0.928	0.249	-0.103	-0.082	-0.492 -0.137
จำนวนอุตสาหกรรม	(x21)	0.407	0.054	-0.302	-0.175	0.296	0.254	-0.300	0.946	0.206	0.372 -0.463
จำนวนหน่วยงานราชการ	(x22)	0.217	0.275	-0.014	0.452	0.254	0.097	.964**	-0.245	0.305	0.187 0.280
จำนวนอาคารอื่น ๆ	(x23)	0.287	0.527	0.215	0.173	0.759	-0.360	0.043	0.529	.781**	.832** 0.115
ที่อยู่ประเภทบ้านเดี่ยว	(x24)	-0.023	0.308	-0.121	0.107	0.987	-0.498	0.122	0.363	0.493	.841** 0.141
ที่อยู่ประเภทบ้านแฝด	(x25)	0.083	.759**	.579*	-0.330	0.461	-0.313	0.171	-0.163	0.389	0.195 0.104*
ที่อยู่ประเภททาวน์เฮาส์	(x26)	-0.103	-0.030	-0.383	0.159	0.571	-0.193	0.013	0.375	-0.017	.591** 0.275

ตาราง 5-24 (ต่อ)

ตัวแปร	(x27)	(x28)	(x29)	(x30)	(x31)	(x32)	(x33)	(x34)	(x35)	(x36)	Y	
ที่อยู่ประเภทห้องแถว	(x27)	1.000	.608*	0.117	-0.024	0.063	0.184	0.258	0.440	0.128	0.261	0.020
ที่อยู่ประเภทตึกแถว/อาคารครึ่งตึกครึ่งไม้	(x28)		1.000	.649*	-0.184	0.403	-0.058	0.281	0.143	0.357	0.396	0.091
ที่อยู่ประเภทเรือนแพ	(x29)			1.000	-0.108	-0.078	0.176	0.082	-0.254	0.221	-0.055	-0.022
ที่อยู่ประเภทคอนโด	(x30)				1.000	0.098	0.151	0.565	-0.100	0.369	0.375	0.403
เนื้อที่ที่อยู่อาศัย	(x31)					1.000	-0.456	0.203	0.347	0.460	.849**	0.192
เนื้อที่อาคารพาณิชย์กรรม	(x32)						1.000	0.131	0.120	-0.117	-0.388	-0.268
เนื้อที่อุตสาหกรรม	(x33)							1.000	-0.313	0.308	0.191	0.400*
เนื้อที่หน่วยงานราชการ	(x34)								1.000	0.355	0.522	-0.298
เนื้อที่อาคารอื่นๆ	(x35)									1.000	.561*	0.168
เนื้อที่เปิดโล่ง	(x36)										1.000	0.242
ปริมาณการใช้น้ำในเขตเทศบาล (ลบ.ม.)	Y											1.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5-24 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ทั้งหมด 36 ตัวแปร มีค่าสัมประสิทธิ์ตั้งแต่ 0.00 - 0.77 แสดงว่าตัวแปรพยากรณ์มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างสูง ตัวแปรพยากรณ์คู่ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด คือ จำนวนประชากรรวมแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา (X2) กับจำนวนอาคารที่อยู่อาศัย (X21) และคู่ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด คือ อาชีพพนักงานธุรกิจเอกชน (X10) กับอาชีพพนักงานรัฐวิสาหกิจ (X13)

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ จากการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวแปรเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ได้แก่ จำนวนราคาค่าน้ำต่อเดือน (X17) ตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวแปรเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ได้แก่ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (X1) เนื้อที่อาคารอุตสาหกรรม (X33) และที่อยู่อาศัยประเภทบ้านแฝด (X26) ตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์ทางลบกับตัวแปรเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ การศึกษาระดับปริญญาตรี (X8) และอาชีพรับจ้างทั่วไป (X14) และสำหรับตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จำนวนประชากรรวมแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา (X2) ความหนาแน่นประชากรรวมในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา (X3) การศึกษาระดับต่ำกว่าประถมศึกษา (X4) การศึกษาระดับประถมศึกษา (X5) การศึกษาระดับมัธยมศึกษา (X6) การศึกษาระดับอนุปริญญา (X7) อาชีพรับราชการ (X9) อาชีพพนักงานธุรกิจเอกชน (X10) อาชีพค้าขายหรือธุรกิจการค้า (X11) อาชีพประกอบอุตสาหกรรมในครัวเรือน (X12) อาชีพพนักงานรัฐวิสาหกิจ (X13) อาชีพอื่น ๆ (X14) รายได้ของครัวเรือนต่อเดือน (X15) เนื้อที่ใช้สอย (X18) จำนวนอาคารที่อยู่อาศัย (X19) จำนวนอาคารพาณิชย์กรรม (X20) จำนวนอุตสาหกรรม (X21) จำนวนหน่วยงานราชการ (X22) จำนวนอาคารอื่น ๆ (X23) ที่อยู่ประเภทบ้านเดี่ยว (X24) ที่อยู่ประเภททาวน์เฮาส์ (X25) ที่อยู่ประเภทห้องแถว (X27) ที่อยู่ประเภทตึกแถว/อาคารครึ่งตึกครึ่งไม้ (X28) ที่อยู่ประเภทเรือนแพ (X29) ที่อยู่ประเภทคอนโด (X30) เนื้อที่ที่อยู่อาศัย (X31) เนื้อที่อาคารพาณิชย์กรรม (X32) เนื้อที่อุตสาหกรรม (X33) เนื้อที่หน่วยงานราชการ (X34) เนื้อที่อาคารอื่น ๆ (X35) เนื้อที่เปิดโล่ง (X36)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน ทำเพื่อคัดเลือกตัวพยากรณ์จากทั้ง 36 ตัว ให้เหลือเฉพาะตัวพยากรณ์ที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ที่ดีในการประมาณความต้องการใช้น้ำในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนสรุปดังตาราง 5-25

ตาราง 5-25 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เมื่อใช้ปริมาณความต้องการน้ำประปา
ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปรพยากรณ์	R	R ²	b	SEb	Beta
1. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (X1)	.557	.310	12.139	2.445	.930
2. เนื้อที่อุตสาหกรรม (X33)	.770	.593	.0001546	.000	.514
3. ที่อยู่ประเภทบ้านแฝด (X26)	.881	.776	.236	.087	.502
R = .881 SEest = ±12.302 F = 10.374*					
R ² = .776 Constant = -24.007					

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5-25 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (X1) เนื้อที่อุตสาหกรรม (X33) และที่อยู่ประเภทบ้านแฝด (X26) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบเท่ากับ 12.139, .0001546 และ 0.236 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในรูปของตัวแปรพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ 0.930, 0.514 และ 0.502 ตามลำดับ ซึ่งสามารถเขียนสมการพยากรณ์การใช้น้ำจากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการใช้น้ำในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานตามลำดับ ดังนี้

$$\hat{Y} = -24.007 + 12.139 (X1) + 0.0001546 (X33) + 0.236 (X26)$$

$$\hat{Z} = 0.930 (Z1) + 0.514 (Z33) + 0.502 (Z26)$$

5.2 การประมาณความต้องการน้ำประปาในเขตเมืองของจังหวัดอุดรดิตถ์และพิษณุโลก

5.2.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การบริการน้ำประปาในเขตเมืองของพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์และพิษณุโลก มีหน่วยงานที่รับผิดชอบ 6 หน่วยงานหลัก ๆ คือ กองประปาเทศบาล การประปาภูมิภาค กรมอนามัย กรมโยธา กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท จากการสำรวจข้อมูลของหน่วยงานต่างๆ เหล่านี้ พบว่า เฉพาะกองประปาเทศบาลและการประปาภูมิภาคเท่านั้นที่จัดเก็บฐานข้อมูลด้านปริมาณการผลิตและจำหน่ายน้ำประปาเป็นรายเดือน ส่วนหน่วยงานอื่นๆ ยังไม่มีการจัดเก็บรวบรวม ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงอาศัยฐานคำนวณจากข้อมูลของกองประปาเทศบาลและการประปาภูมิภาคเพื่อประมาณความต้องการใช้น้ำประปาในตำแหน่งที่มีการบริการน้ำประปาที่ตั้งอยู่ โดยการศึกษามีเป้าหมายหลักคือต้องการประมาณความต้องการน้ำในแม่น้ำน่านเพื่อใช้เป็นน้ำประปาสำหรับการอุปโภคบริโภคของพื้นที่บริเวณต่าง ๆ ของ 2 จังหวัดดังกล่าว

5.2.2 วัตถุประสงค์

- (1) วิเคราะห์อัตราการใช้ น้ำประปาในพื้นที่บริการน้ำประปาของการประปาภูมิภาค
- (2) ประมาณความต้องการน้ำประปาในเขตเมืองของจังหวัดอุดรดิตถ์และพิษณุโลก

5.2.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

- (1) ทราบสถานภาพการใช้น้ำประปาของชุมชนเมืองบริเวณต่างๆ ในจังหวัดอุดรดิตถ์และพิษณุโลก
- (2) ทราบปริมาณความต้องการน้ำ (Water Demand) จากแม่น้ำน่านเพื่อการประปา
- (3) เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย เพื่อนำไปปรับปรุง และหาแนวทางในการจัดการด้านการใช้น้ำประปาในเขตเมือง ให้สามารถเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

5.2.4 ขอบเขตของการวิจัย

- (1) การประมาณความต้องการน้ำจากแม่น้ำน่านเพื่อการผลิตน้ำประปาพิจารณาเฉพาะจุดบริการน้ำประปาที่ใช้น้ำจากแม่น้ำน่านของกองประปาเทศบาล การประปาภูมิภาค และกรมอนามัย
- (2) ปริมาณน้ำประปาคิดเฉพาะในส่วน of ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายเท่านั้น (ไม่คิดปริมาณการสูญเสีย หรืออื่น ๆ เช่น เพื่อการสาธารณะ)

5.2.5 ข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลในระดับทุติยภูมิ ซึ่งได้จากหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลจากสำนักงานเทศบาลนครพิษณุโลก การประปาภูมิภาค กรมอนามัย และกรมทรัพยากรน้ำ โดยมีข้อมูลและวิธีดำเนินการดังนี้

(1) ข้อมูลแผนที่เชิงเลข (Digital map) ข้อมูลแผนที่แสดงตำแหน่งการบริการน้ำประปาภูมิภาคได้จากการสำรวจภาคสนามเพื่อนำเข้าพิกัดที่ตั้งของหน่วยบริการน้ำประปาภูมิภาคซึ่งกระจายอยู่ตามอำเภอต่าง ๆ ข้อมูลแผนที่แสดงตำแหน่งหน่วยบริการน้ำประปาของกรมอนามัยได้จากการนำเข้าค่าพิกัดซึ่งหน่วยงานได้จัดทำไว้ และข้อมูลแผนที่แสดงตำแหน่งหน่วยบริการน้ำประปาของกรมทรัพยากรน้ำ (ซึ่งรวบรวมหน่วยงานเดิมที่รับผิดชอบ คือ กรมอนามัย กรมโยธา กรมทรัพยากรธรณีและสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท) ได้จากการกำหนดตำแหน่งจากฐานข้อมูลหมู่บ้านซึ่งรับบริการน้ำประปา

(2) ข้อมูลปริมาณน้ำประปา ได้รวบรวมข้อมูลจากกองประปาเทศบาล และการประปาส่วนภูมิภาค ได้แก่ จำนวนรายผู้ใช้น้ำ ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่าย โดยเป็นข้อมูลในช่วงปี พ.ศ.2540 – 2545

(3) ข้อมูลจำนวนประชากร ได้ประมาณจำนวนประชากรจากผลคูณของจำนวนรายผู้ใช้น้ำ กับค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรต่อหลังคาเรือนในแต่ละหมู่บ้านที่ใช้น้ำประปาในแต่ละหน่วยบริการ

(4) อัตราการใช้น้ำประปา วิเคราะห์อัตราการใช้น้ำต่อคน ในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อคน โดยการคำนวณดังนี้

$$MWC_i = \text{ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่าย} / \text{จำนวนประชากร} \quad (\text{สมการ 5-12})$$

(5) สถานภาพการใช้น้ำประปา คำนวณดังนี้

$$MWCI_i = (MWC_i - MWC_{avg}) / MWC_{sd} \quad (\text{สมการ 5-13})$$

$$MWCI_i = (MWC_i - NORM) / (MWC_i + NORM) \quad (\text{สมการ 5-14})$$

โดยที่	$MWCI_i$	=	สถานภาพการใช้น้ำประปา
	MWC_i	=	อัตราการใช้น้ำประปา (ลิตร/คน/วัน)
	MWC_{avg}	=	ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้น้ำประปา (ลิตร/คน/วัน)
	MWC_{sd}	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)
	$NORM$	=	ค่าภาวะปกติของการใช้น้ำประปา กำหนดที่ 200 ลิตร/คน/วัน

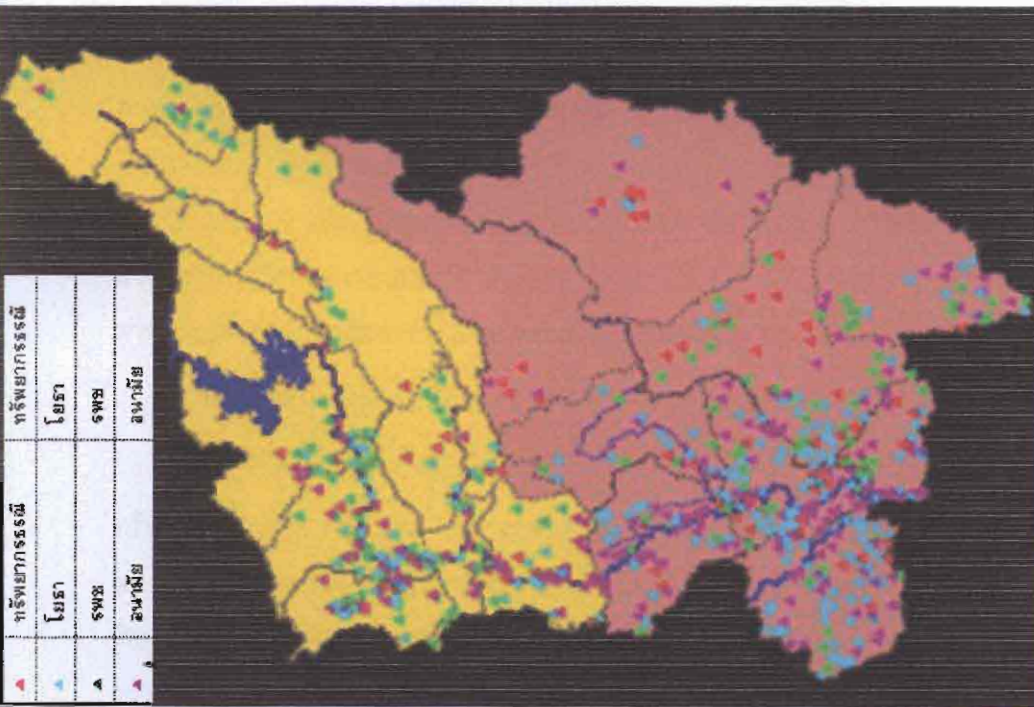
5.2.6 ผลการวิเคราะห์

การใช้น้ำประปาภูมิภาค

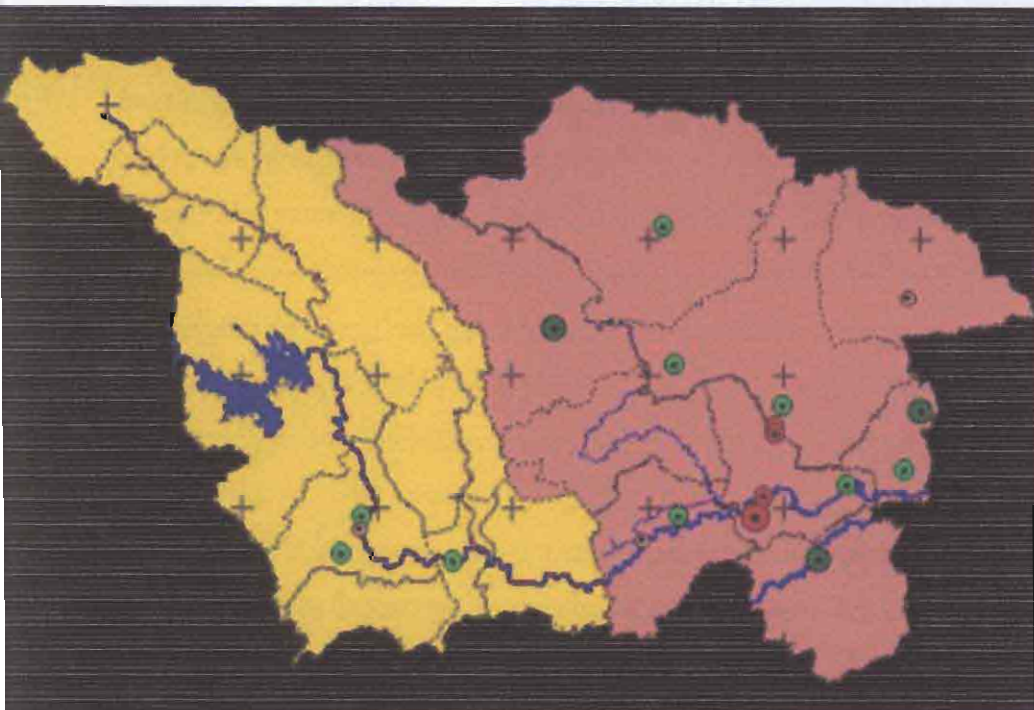
จากการวิเคราะห์ข้อมูลการจำหน่ายน้ำประปาของการประปาภูมิภาคจังหวัดอุดรดิตถ์และพิษณุโลก ซึ่งมีทั้งหมด 19 แห่ง พบว่า อัตราการใช้น้ำอยู่ในช่วง 99.00 – 171.50 ลิตร/คน/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 124.63 ลิตร/คน/วัน (ตาราง 5-26) บริเวณที่มีอัตราการใช้น้ำประปาสูงมักอยู่ในพื้นที่เทศบาลขนาดกลางที่มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจมากหรือที่อยู่ใกล้อำเภอเมือง เช่น ประปาวังทอง หัวรอ และวงษ์อ้ง ในการผลิตน้ำประปามีแหล่งน้ำดิบจากแม่น้ำน่าน แม่น้ำวังทอง และน้ำใต้ดิน แผนที่ในภาพ 5-16 แสดงที่ตั้งและอัตราการใช้น้ำของสถานบริการน้ำประปาทั้ง 19 แห่ง

ตาราง 5-26 ผลการวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำประปาในส่วนของการประปาภูมิภาค

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	จังหวัด	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)	อัตราการ เปลี่ยนแปลงของ ประชากร (%)	จำนวน ประชากร (คน)
UD_04	ข. ตรอน	อุดรดิตถ์	104.50	-0.68	1,775
UD_03	ข. บ้านด่านนาขาม	อุดรดิตถ์	104.00	21.47	865
UD_02	ข. ปากฝาง	อุดรดิตถ์	135.67	6.77	1,928
UD_01	ป. อุดรดิตถ์	อุดรดิตถ์	122.67	6.75	4,383
PL_15	ข. เขาสมอแคลง	พิษณุโลก	171.50	19.83	3,044
PL_14	ข. ซาติตระการ	พิษณุโลก	99.00	10.97	3,842
PL_13	ข. บ้านใหม่	พิษณุโลก	111.50	-0.34	2,659
PL_12	ข. บ้านกว้าง	พิษณุโลก	178.50	12.54	2,922
PL_11	ข. พรหมพิราม	พิษณุโลก	117.50	0.00	3,263
PL_10	ข. วงษ์อ้ง	พิษณุโลก	125.50	8.97	2,620
PL_09	ข. วังทอง	พิษณุโลก	118.34	5.08	8,348
PL_08	ข. หนงกระห่าว	พิษณุโลก	111.84	4.10	9,792
PL_07	ข. หัวรอ	พิษณุโลก	159.00	33.50	5,272
PL_06	ข. บางระกำ	พิษณุโลก	92.33	8.95	9,838
PL_05	ข. บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	111.00	3.24	1,975
PL_04	ข. เนินมะปราง	พิษณุโลก	133.50	67.53	231
PL_03	ข. เนินกุ่ม	พิษณุโลก	91.66	3.86	1,753
PL_02	ข. นครไทย	พิษณุโลก	120.50	6.13	12,225
PL_01	ป. พิษณุโลก	พิษณุโลก	159.50	12.05	32,634
เฉลี่ย			124.63	12.14	5,756



ภาพ 5-17 ตำแหน่งที่ตั้งและอัตราการใช้น้ำของสถานีบริการ
น้ำประปาของกรมอนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี
และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.)



ภาพ 5-16 ตำแหน่งที่ตั้งและอัตราการใช้น้ำของสถานี
บริการน้ำประปาของกรมอนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี
และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.)

สถานีประปาของกรมทรัพยากรน้ำ

จากข้อมูลของกรมทรัพยากรน้ำภาค 1 ลำปาง ซึ่งรวบรวมจากสถานีน้ำประปาที่เคยอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมอนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.) พบว่า จังหวัดอุตรดิตถ์และพิษณุโลกมีจำนวนสถานีน้ำประปาทั้งหมด 668 แห่ง (ภาพ 5-17) แบ่งเป็นความรับผิดชอบของกรมอนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท เท่ากับ 216, 229, 81 และ 142 แห่งตามลำดับ โดยมีจำนวนแยกตามอำเภอและตำบลดังตาราง 5-27 และ 5-28 ตามลำดับ

การประมาณความต้องการน้ำประปาเพื่อการอุปโภคบริโภค

จากข้อมูลของ 3 หน่วยงาน คือ กองประปาเทศบาล การประปาภูมิภาค และกรมทรัพยากรน้ำ ภาค 1 ลำปาง (เฉพาะกรมอนามัย) พบว่าทั้ง 3 หน่วยงานใช้น้ำจากแม่น้ำน่านเป็นแหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปามีจำนวน 65 แห่ง (อยู่ในจังหวัดอุตรดิตถ์ 34 แห่ง และจังหวัดพิษณุโลก 31 แห่ง) ดังตาราง 5-29 แยกเป็นของกองประปาเทศบาล การประปาภูมิภาค และกรมทรัพยากรน้ำภาค 1 ลำปาง (เฉพาะกรมอนามัย) เท่ากับ 2, 8 และ 55 แห่ง ตามลำดับ (ภาพ 5-18) ในการประมาณการใช้น้ำประปาจากแม่น้ำน่านเพื่อการอุปโภคบริโภคนั้น ในส่วนของกองประปาเทศบาล และการประปาภูมิภาคได้ประมาณจากสถิติการจำหน่ายน้ำของทั้ง 2 หน่วยงาน ส่วนของกรมอนามัยได้ใช้ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้น้ำของการประปาภูมิภาค (124.63 ลิตร/คน/วัน) คูณกับจำนวนประชากรทั้งสิ้น (คือจำนวนประชากรรวมทั้งหมดลบกับจำนวนประชากรที่อพยพออกจากหมู่บ้าน) ของทุกหมู่บ้านที่ให้บริการจากหน่วยบริการนั้นๆ จากค่าสถิติจากการประมาณการใช้น้ำประปาที่ผลิตจากแม่น้ำน่าน พบว่าการใช้น้ำในเขตเมืองของเทศบาลนครพิษณุโลกและเทศบาลเมืองอุตรดิตถ์มีผลรวมสูงสุด เมื่อเทียบกับในเขตเมืองหรือชุมชนที่อยู่รอบนอก (ซึ่งเป็นประปาภูมิภาคและประปาหมู่บ้าน) แล้วประปาเทศบาลมีการใช้น้ำมากกว่าประมาณ 5-6 เท่า จากค่าสถิติผลรวมแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำประปาหมู่บ้านมีมากกว่าประปาภูมิภาค แต่ในทางตรงข้ามกลับมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า จังหวัดพิษณุโลกมีการใช้น้ำจากแม่น้ำน่านเพื่อการประปามากกว่าจังหวัดอุตรดิตถ์ประมาณ 3 เท่า (ภาพ 3-18 ขวา) พิจารณาจากค่าสูงสุดของภาพขวามือซึ่งเป็นตัวแทนของปริมาณการใช้น้ำของเทศบาล พบว่าประชากรในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกมีการใช้น้ำประมาณ 9 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าของประชากรในเขตเทศบาลเมืองอุตรดิตถ์ประมาณ 3.5 เท่า

ตาราง 5-28 จำนวนสถานีบริการน้ำประปาแยกตามตำบล ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมอนามัย
กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.)

ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	หน่วยงาน	จำนวนสถานี	ปีงบประมาณ
ช้อยสูง	ตรอน	อุดรดิตถ์	รพช	4	2536
ขุนฝาง	เมืองอุดรดิตถ์	อุดรดิตถ์	รพช	3	2536
คอชุม	พิชัย	อุดรดิตถ์	อนามัย	7	2533
คั่งตะนา	เมืองอุดรดิตถ์	อุดรดิตถ์	รพช	6	2537
จิงวาม	เมืองอุดรดิตถ์	อุดรดิตถ์	โยธา	12	2545
จริม	ท่าปลา	อุดรดิตถ์	ทรัพยากรธรณี	2	2540
ชัยชุมพล	ลับแล	อุดรดิตถ์	อนามัย	5	2533
เด่นเหล็ก	น้ำปาด	อุดรดิตถ์	ทรัพยากรธรณี	1	2540
ถ้ำคลอง	เมืองอุดรดิตถ์	อุดรดิตถ์	โยธา	2	2540
ท่าปลา	ท่าปลา	อุดรดิตถ์	รพช	1	2538
ท่าสัก	พิชัย	อุดรดิตถ์	อนามัย	6	2534
ท่าเสา	เมืองอุดรดิตถ์	อุดรดิตถ์	รพช	7	2536
ทุ่งยั้ง	ลับแล	อุดรดิตถ์	โยธา	8	2536
นาชุม	บ้านโคก	อุดรดิตถ์	โยธา	7	2536
นานกกก	ลับแล	อุดรดิตถ์	อนามัย	2	2538
นายาง	พิชัย	อุดรดิตถ์	โยธา	3	2541
นาอิน	พิชัย	อุดรดิตถ์	อนามัย	3	2533
น้ำไคร้	น้ำปาด	อุดรดิตถ์	ทรัพยากรธรณี	1	2540
น้ำพี	ทองแสนขัน	อุดรดิตถ์	ทรัพยากรธรณี	2	2540
น้ำริด	เมืองอุดรดิตถ์	อุดรดิตถ์	อนามัย	6	2533
น้ำหมัน	ท่าปลา	อุดรดิตถ์	อนามัย	4	2518
น้ำฮ่าง	ตรอน	อุดรดิตถ์	รพช	7	2540
ในเมือง	พิชัย	อุดรดิตถ์	รพช	7	2536
บ่อเบี้ย	บ้านโคก	อุดรดิตถ์	อนามัย	3	2543
บ้านเกาะ	เมืองอุดรดิตถ์	อุดรดิตถ์	อนามัย	5	2542
บ้านแก่ง	ตรอน	อุดรดิตถ์	อนามัย	2	2510
บ้านโคก	บ้านโคก	อุดรดิตถ์	โยธา	6	2539
บ้านโคน	พิชัย	อุดรดิตถ์	อนามัย	8	2536
บ้านด่าน	เมืองอุดรดิตถ์	อุดรดิตถ์	โยธา	2	2539
บ้านดารา	พิชัย	อุดรดิตถ์	อนามัย	5	2534
บ้านฝาย	น้ำปาด	อุดรดิตถ์	รพช	2	2536

ตาราง 5-27 จำนวนสถานีบริการน้ำประปาแยกตามอำเภอ ภายใต้ความรับผิดชอบของกรม
อนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท

จังหวัด	อำเภอ	จำนวนสถานี บริการ
อุตรดิตถ์	ตรอน	22
	ทองแสนขัน	15
	ท่าปลา	15
	น้ำปาด	12
	บ้านโคก	16
	ลับแล	43
	พิชัย	53
	ฟากท่า	2
	เมืองอุตรดิตถ์	84
พิษณุโลก	นครไทย	14
	ชาติตระการ	6
	วัดโบสถ์	24
	พรหมพิราม	60
	เนินมะปราง	34
	บางกระพุ่ม	31
	บางระกำ	85
	วังทอง	70
	เมืองพิษณุโลก	82

ตาราง 5-28 (ต่อ)

ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	หน่วยงาน	จำนวนสถานี	ปีงบประมาณ
บ้านหม้อ	พิชัย	อุตรดิตถ์	อนามัย	5	2534
ป่าคาย	ทองแสนขัน	อุตรดิตถ์	โยธา	1	2543
ป่าเช่า	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	โยธา	8	2541
ผักขวง	ทองแสนขัน	อุตรดิตถ์	ทรัพยากรธรณี	5	2539
ผาจุก	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	อนามัย	5	2543
ผาเลือด	ท่าปลา	อุตรดิตถ์	รพช	4	2536
ฝายหลวง	ลับแล	อุตรดิตถ์	ทรัพยากรธรณี	8	2536
พญาแมน	พิชัย	อุตรดิตถ์	ทรัพยากรธรณี	3	2540
ปากท่า	ปากท่า	อุตรดิตถ์	รพช	1	2536
แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	โยธา	10	2541
ร่วมจิต	ท่าปลา	อุตรดิตถ์	ทรัพยากรธรณี	2	2540
ไร่ฮ้อย	พิชัย	อุตรดิตถ์	โยธา	6	2540
วังกะพี้	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	โยธา	7	2535
วังดิน	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	อนามัย	2	2536
วังแดง	ตรอน	อุตรดิตถ์	อนามัย	4	2544
สองห้อง	ปากท่า	อุตรดิตถ์	อนามัย	1	2534
แสนตอ	น้ำปาด	อุตรดิตถ์	รพช	12	2542
ห้วยมุ่น	น้ำปาด	อุตรดิตถ์	รพช	2	2536
หาดกรวด	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	รพช	7	2540
หาดจิว	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	โยธา	6	2540
หาดล้า	ท่าปลา	อุตรดิตถ์	อนามัย	2	2536
หาดสองแคว	ตรอน	อุตรดิตถ์	โยธา	5	2539
แก่งโสภา	วังทอง	พิษณุโลก	รพช	4	2538
คันช้าง	วัดโบสถ์	พิษณุโลก	โยธา	5	2540
คุยม่วง	บางระกำ	พิษณุโลก	โยธา	8	2538
โคกสลุต	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	อนามัย	4	2535
จอมทอง	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	อนามัย	4	2541
ชมพู่	เนินมะปราง	พิษณุโลก	อนามัย	11	2541
ชัยนาม	วังทอง	พิษณุโลก	อนามัย	3	2545
ดงประคำ	พรหมพิราม	พิษณุโลก	โยธา	3	2538
ดอนทอง	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	โยธา	8	2537

ตาราง5-28 (ต่อ)

ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	หน่วยงาน	จำนวนสถานี	ปีงบประมาณ
ดินทอง	วังทอง	พิษณุโลก	โยธา	6	2539
ตลุกเทียม	พรหมพิราม	พิษณุโลก	อนามัย	5	2538
ห่อแท้	วัดโบสถ์	พิษณุโลก	รพช	5	2540
ท่างาม	วัดโบสถ์	พิษณุโลก	รพช	5	2540
ท่าช้าง	พรหมพิราม	พิษณุโลก	โยธา	9	2538
ท่าตาล	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	รพช	6	2540
ท่าทอง	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	10	2538
ท่านางงาม	บางระกำ	พิษณุโลก	โยธา	10	2540
ท่าโพธิ์	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	อนามัย	7	2543
ไทรย้อย	เนินมะปราง	พิษณุโลก	รพช	9	2541
นครไทย	นครไทย	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	4	2540
นาบัว	นครไทย	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	2	2540
นิคมพัฒนา	บางระกำ	พิษณุโลก	โยธา	8	2536
เนินกุ่ม	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	โยธา	5	2537
เนินเพิ่ม	นครไทย	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	5	2539
บ่อทอง	ทองแสนขัน	พิษณุโลก	รพช	17	2541
บ่อโพธิ์	นครไทย	พิษณุโลก	อนามัย	1	2544
บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	โยธา	12	2538
บ้านกว้าง	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	โยธา	5	2538
บ้านกลาง	วังทอง	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	9	2539
บ้านดง	ชาติตระการ	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	6	2539
บ้านป่า	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	อนามัย	5	2542
บ้านมุง	เนินมะปราง	พิษณุโลก	โยธา	5	2536
บ้านยาง	วัดโบสถ์	พิษณุโลก	โยธา	3	2539
บ้านไร่	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	อนามัย	5	2534
บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	โยธา	8	2537
บึงพระ	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	8	2540
ปลักแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	โยธา	4	2537
ปากโทก	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	โยธา	6	2535
ไผ่ล้อม	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	15	2537

ตาราง 5-28 (ต่อ)

ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	หน่วยงาน	จำนวนสถานี	ปีงบประมาณ
พรหมพิราม	พรหมพิราม	พิษณุโลก	อนามัย	11	2533
พลาชุมพล	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	รพช	3	2539
พันชาลี	วังทอง	พิษณุโลก	อนามัย	8	2538
พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	อนามัย	8	2539
มะขามสูง	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	โยธา	6	2542
มะต๋อง	พรหมพิราม	พิษณุโลก	โยธา	5	2538
มะต๋ม	พรหมพิราม	พิษณุโลก	อนามัย	5	2535
แม่ระกา	วังทอง	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	11	2536
วงษ์อ้ง	พรหมพิราม	พิษณุโลก	อนามัย	8	2540
วังทอง	วังทอง	พิษณุโลก	อนามัย	5	2535
วังนกแอ่น	วังทอง	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	7	2540
วังน้ำคู้	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	โยธา	7	2540
วังพิกูล	วังทอง	พิษณุโลก	โยธา	12	2532
วังโพรง	เนินมะปราง	พิษณุโลก	รพช	7	2537
วังยาง	เนินมะปราง	พิษณุโลก	โยธา	2	2533
วังวน	พรหมพิราม	พิษณุโลก	อนามัย	5	2534
วังอิทก	บางระกำ	พิษณุโลก	โยธา	6	2537
วัดจันทร์	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	อนามัย	1	2543
วัดตายม	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	3	2539
วัดโบสถ์	วัดโบสถ์	พิษณุโลก	อนามัย	4	2536
วัดพริก	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	อนามัย	5	2542
ศรีภิรมย์	พรหมพิราม	พิษณุโลก	โยธา	6	2530
สนามคลี	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก	อนามัย	3	2535
สมอแข	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	โยธา	4	2540
หนองกุดา	บางระกำ	พิษณุโลก	อนามัย	11	2534
หนองแขม	พรหมพิราม	พิษณุโลก	อนามัย	3	2538
หนองพระ	วังทอง	พิษณุโลก	ทรัพยากรธรณี	5	2543
ห้วยเอี้ย	นครไทย	พิษณุโลก	อนามัย	2	2543
ห้วยรอ	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	รพช	3	2538
หินลาด	วัดโบสถ์	พิษณุโลก	รพช	2	2540

ตาราง 5-29 การประมาณความต้องการน้ำประปาจากแม่น้ำน่านเพื่อการอุปโภคบริโภค

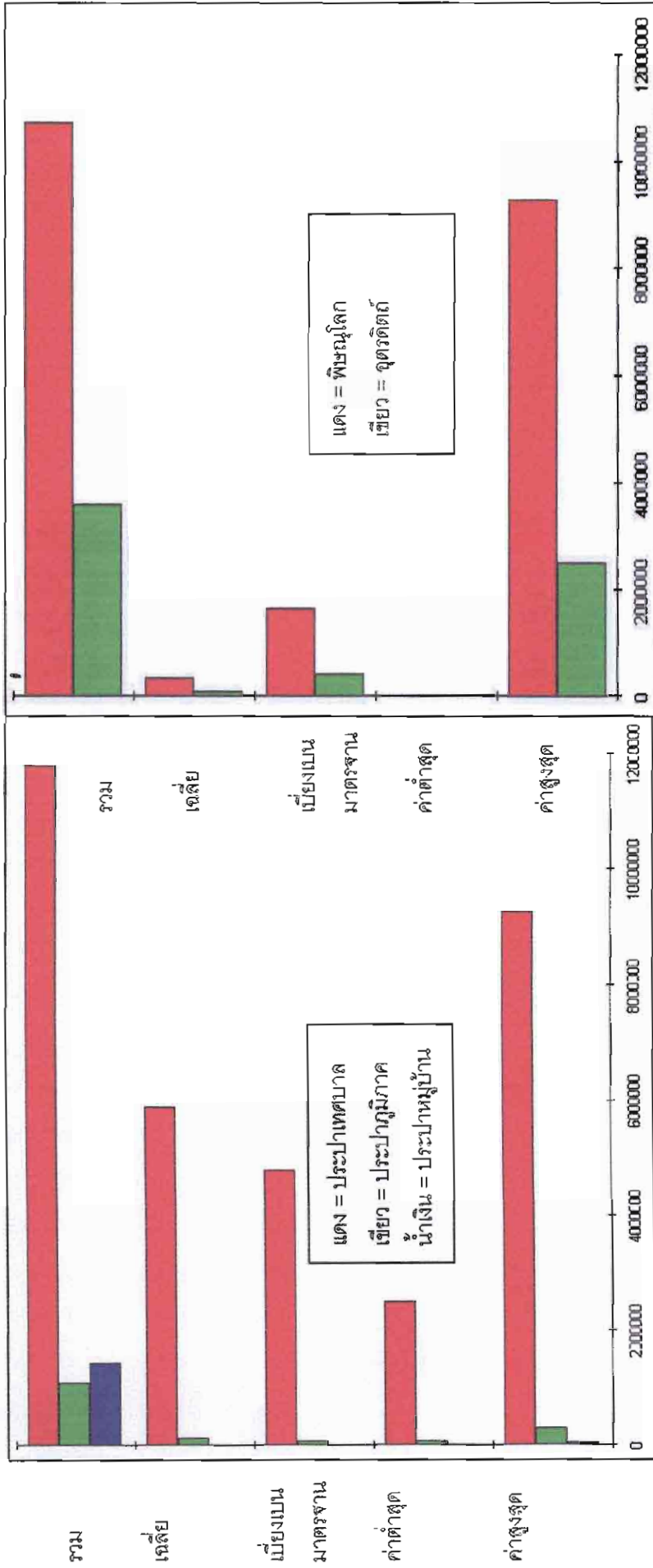
จังหวัด	อำเภอ	หน่วยงาน	ปริมาณการ ใช้น้ำประปา (ลบ.ม/ ปี)	จำนวน ครัวเรือน (หลัง)	จำนวน ประชากร (คน)	สัมประสิทธิ์ ครัวเรือน (คน/หลัง)
อุตรดิตถ์	เมือง	กองประปาเทศบาล	2,505,036	16,185	42,719	3.20
อุตรดิตถ์	เมือง	การประปาภูมิภาค	193,324	15,747	52,838	3.36
อุตรดิตถ์	เมือง	การประปาภูมิภาค	66,804	7,415	28,745	3.88
อุตรดิตถ์	เมือง	การประปาภูมิภาค	93,990	522	1,564	3.00
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	30,478	266	797	3.00
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	22,995	116	601	5.18
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	24,501	157	641	4.08
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	10,448	73	273	3.74
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	41,108	240	1,075	4.48
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	20,121	128	526	4.11
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	30,751	198	804	4.06
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	46,309	363	1,211	3.34
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	25,550	200	668	3.34
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	44,074	247	1,153	4.67
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	26,736	196	699	3.57
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	13,323	90	348	3.87
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	21,353	157	558	3.55
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	14,783	100	387	3.87
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	18,296	145	479	3.30
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	13,277	95	347	3.65
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	20,531	121	537	4.44
อุตรดิตถ์	เมือง	กรมอนามัย	16,562	128	433	3.38
อุตรดิตถ์	ตรอน	กรมอนามัย	29,656	202	776	3.84
อุตรดิตถ์	ตรอน	กรมอนามัย	9,353	72	245	3.40
อุตรดิตถ์	ตรอน	กรมอนามัย	58,583	396	1,532	3.87
อุตรดิตถ์	ท่าปลา	กรมอนามัย	18,524	113	485	4.29
อุตรดิตถ์	ท่าปลา	กรมอนามัย	15,878	86	415	4.83
อุตรดิตถ์	ท่าปลา	กรมอนามัย	17,109	105	447	4.26
อุตรดิตถ์	ท่าปลา	กรมอนามัย	10,038	65	263	4.05
อุตรดิตถ์	ท่าปลา	กรมอนามัย	25,824	138	675	4.89

ตาราง 5-29 (ต่อ)

จังหวัด	อำเภอ	หน่วยงาน	ปริมาณการ ใช้น้ำประปา (ลบ.ม/ ปี)	จำนวน ครัวเรือน (หลัง)	จำนวน ประชากร (คน)	สัมประสิทธิ์ ครัวเรือน (คน/หลัง)
อุดรดิตถ์	น้ำปาด	กรมอนามัย	27,284	189	714	3.78
อุดรดิตถ์	น้ำปาด	กรมอนามัย	17,383	112	455	4.06
อุดรดิตถ์	พิชัย	กรมอนามัย	45,853	266	1,199	4.51
อุดรดิตถ์	พิชัย	กรมอนามัย	22,402	149	586	3.93
พิษณุโลก	เมือง	กองประปาเทศบาล	9,264,645	25,680	88,166	3.21
พิษณุโลก	เมือง	การประปาภูมิภาค	106,651	657	2,688	4.09
พิษณุโลก	เมือง	การประปาภูมิภาค	299,037	5,471	21,936	4.01
พิษณุโลก	เมือง	การประปาภูมิภาค	138,078	1,039	4,474	4.31
พิษณุโลก	เมือง	การประปาภูมิภาค	118,033	1,144	4,686	4.10
พิษณุโลก	เมือง	การประปาภูมิภาค	78,887	399	1,441	3.61
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	10,813	71	283	3.99
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	16,836	107	440	4.11
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	23,679	158	619	3.92
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	37,869	227	990	4.36
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	42,979	253	1,124	4.44
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	34,766	224	909	4.06
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	18,022	113	471	4.17
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	24,683	152	646	4.25
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	22,402	159	586	3.69
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	58,902	452	1,541	3.41
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	35,086	222	918	4.14
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	12,410	77	325	4.22
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	26,326	171	688	4.02
พิษณุโลก	เมือง	กรมอนามัย	25,003	137	654	4.77
พิษณุโลก	บางกระทุ่ม	กรมอนามัย	15,239	116	398	3.43
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	32,804	191	858	4.49
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	35,816	315	937	2.97
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	22,356	145	585	4.03
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	33,671	152	881	5.80
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	35,359	268	925	3.45

ตาราง 5-29 (ต่อ)

จังหวัด	อำเภอ	หน่วยงาน	ปริมาณการ ใช้น้ำประปา (ลบ.ม/ปี)	จำนวน ครัวเรือน (หลัง)	จำนวน ประชากร (คน)	สัมประสิทธิ์ ครัวเรือน (คน/หลัง)
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	15,056	141	394	2.79
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	22,767	158	595	3.77
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	35,359	268	925	3.45
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	32,211	265	843	3.18
พิษณุโลก	พรหมพิราม	กรมอนามัย	33,169	227	868	3.82
รวม			14,307,151	83,941	286,989	258.84
เฉลี่ย			220,110	1,291	4,415	3.92



ภาพ 5-18 ค่าประมาณการใช้น้ำแยกตาม 3 หน่วยงาน (ภาพซ้าย) และแยกตาม 2 จังหวัด (ภาพขวา)

บทที่ 6

การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล

6.1 บทนำ

6.1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาแหล่งน้ำนับว่าเป็นงานที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศเกษตรกรรม เพื่อช่วยให้เกษตรกรมีน้ำใช้สำหรับทำการเกษตรและกิจกรรมด้านอื่นได้อย่างเพียงพอตลอดปี สำหรับประเทศไทย พื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ในทุกภาคเป็นพื้นที่เพาะปลูกนอกเขตชลประทาน ซึ่งอาศัยเพียงน้ำฝนและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นหลัก ทำให้พืชได้รับน้ำไม่สม่ำเสมอตามที่พืชต้องการ เป็นผลให้ผลผลิตที่ได้รับไม่ดีเท่าที่ควร นอกจากนี้ ความผันแปรของปริมาณฝนที่ตกน้อยหรือมากเกินไป ได้ส่งผลให้การเพาะปลูกได้รับความเสียหายอยู่เสมอ ในเขตภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักมีฝนตกน้อย ประมาณเดือนกรกฎาคม ทำให้เกิดสภาวะฝนแล้ง เนื่องจากฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานานในระหว่างฤดูฝนเป็นประจำเกือบทุกปี แต่พอถึงเดือนสิงหาคมหรือกันยายน ในเขตพื้นที่ดังกล่าวมีฝนตกมากเกินไปจนความต้องการ จนบางปีเกิดอุทกภัยอย่างรุนแรง ทั้งสภาวะฝนแล้งและอุทกภัยล้วนเป็นเหตุทำให้พืชผลในพื้นที่เพาะปลูกได้รับความเสียหาย การพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ที่ประสบปัญหาเรื่องน้ำจึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยในการแก้ปัญหาและบรรเทาความเดือดร้อนจากการขาดแคลนน้ำหรือการเกิดอุทกภัย

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 เป็นต้นมา รัฐบาลไทยได้กำหนดนโยบายและหลักเกณฑ์การให้ความช่วยเหลือในการจัดสร้างโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กไว้หลายประการ เพื่อยกฐานะทางเศรษฐกิจของประชาชนในเขตพื้นที่ชนบทให้มั่งคั่งขึ้นและไม่ต้องอพยพไปหางานทำนอกถิ่นฐานของตน ซึ่งนโยบายน้ำแห่งชาติ พ.ศ. 2543 ได้มุ่งเน้นการประสาน การพัฒนา และการบริหารการจัดการทรัพยากรน้ำร่วมกับทรัพยากรอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยคำนึงถึงส่วนของงานอย่างรอบด้าน ไม่เฉพาะผลกระทบเพียงอย่างเดียว (กรมทรัพยากรน้ำ, 2547) และได้กำหนดทิศทางที่ชัดเจนในการจัดหาน้ำและการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดหาน้ำต้นทุนที่สอดคล้องกับศักยภาพ ในความต้องการ รวมทั้งมีคุณภาพ เหมาะสมสำหรับทุกกิจกรรม โดยคำนึงถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในท้องถิ่นเป็นสำคัญ ในการจัดหาและพัฒนาแหล่งน้ำทางปฏิบัติทำได้ไม่ถนัดนักเนื่องจากปัญหาเรื่องน้ำมีความซับซ้อนและส่งผลกระทบโดยตรงต่อประชาชนและพื้นที่จึงเป็นสิ่งที่ไม่ถนัดง่ายสำหรับการเข้าไปจัดการ เนื่องจากมีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและต้องนำมาพิจารณารวมถึงองค์ประกอบและการเชื่อมโยงของสภาพปัญหาต่างๆ ในพื้นที่ การนำระบบ

สารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการศึกษาหาความเหมาะสมของการพัฒนาแหล่งน้ำ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลของสภาพพื้นที่ และสถานภาพของชุมชนหรือท้องถิ่น เพื่อช่วยให้ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานสามารถเห็นข้อเท็จจริงของสภาพปัญหาในพื้นที่ อันจะช่วยให้เกิดการตัดสินใจในเชิงนโยบายและนำไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน

จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำและปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้ง ดังเช่นในปี 2547 จังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ได้เกิดอุทกภัยระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม ทำให้เกษตรกร 18,634 ราย ได้รับความเดือนร้อน พื้นที่การเกษตรเสียหาย 308,745 ไร่ คิดเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าว 238,039 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ 19,609 ไร่ พื้นที่ปลูกพืชผัก 1,284 ไร่ พื้นที่ปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น 666 ไร่ และพื้นที่อื่นๆ 1,784 ไร่ รวมพื้นที่เสียหาย 261,381 ไร่ คิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 64,888,066 บาท และในส่วนของปัญหาการเกิดภัยแล้งในปี 2547 (ช่วงเดือนเมษายน 2546 ถึงเดือนมกราคม 2547) จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์มีพื้นที่การเกษตรที่ได้รับผลกระทบ 34,200 ไร่ สำหรับพื้นที่ทั้งหมดที่ประสบปัญหาก็แล้งนั้นพบว่าเป็นพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกข้าวทั้งหมด คิดเป็นมูลค่าความเสียหายทั้งสิ้น 8,316,000 บาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) การศึกษาครั้งนี้จึงได้นำปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งด้านอุปสงค์และอุปทานด้านทรัพยากรน้ำของพื้นที่ศึกษา มาวิเคราะห์เพื่อทำการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำในระดับรายตำบล ซึ่งปัจจัยทางด้านอุปสงค์ ได้แก่ สภาพความต้องการน้ำของภาคการเกษตรจากปัญหาการขาดแคลนน้ำของพื้นที่ศึกษาที่เกิดขึ้นและดัชนีทางด้านเศรษฐกิจสังคมที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจด้านการพัฒนาแหล่งน้ำ ส่วนปัจจัยทางด้านอุปทาน ได้แก่ ศักยภาพของน้ำต้นทุนที่สามารถเกิดขึ้นได้ของพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษานี้ได้ข้อมูลและแผนที่ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล สำหรับใช้เป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาพื้นที่เพื่อบรรเทาความเดือดร้อนอันเนื่องมาจากการขาดแคลนน้ำด้านการเกษตรต่อไป

6.1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- (1) วิเคราะห์ดัชนีอุปสงค์และดัชนีอุปทานสำหรับจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ
- (2) จัดลำดับในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรของแต่ละตำบลโดยพิจารณาจากดัชนีอุปสงค์ และดัชนีอุปทาน

6.1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- (1) พื้นที่ศึกษา ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งมีทั้งหมด 156 ตำบล รวมเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 18,653 ตารางกิโลเมตร

(2) การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำจะเป็นการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก ซึ่งยังไม่สามารถระบุประเภทของแหล่งน้ำได้

(3) ดัชนีที่ใช้ศึกษาเพื่อจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำประกอบด้วย

(3.1) ดัชนีทางด้านอุปสงค์ ประกอบด้วย ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช และดัชนีเศรษฐกิจสังคม

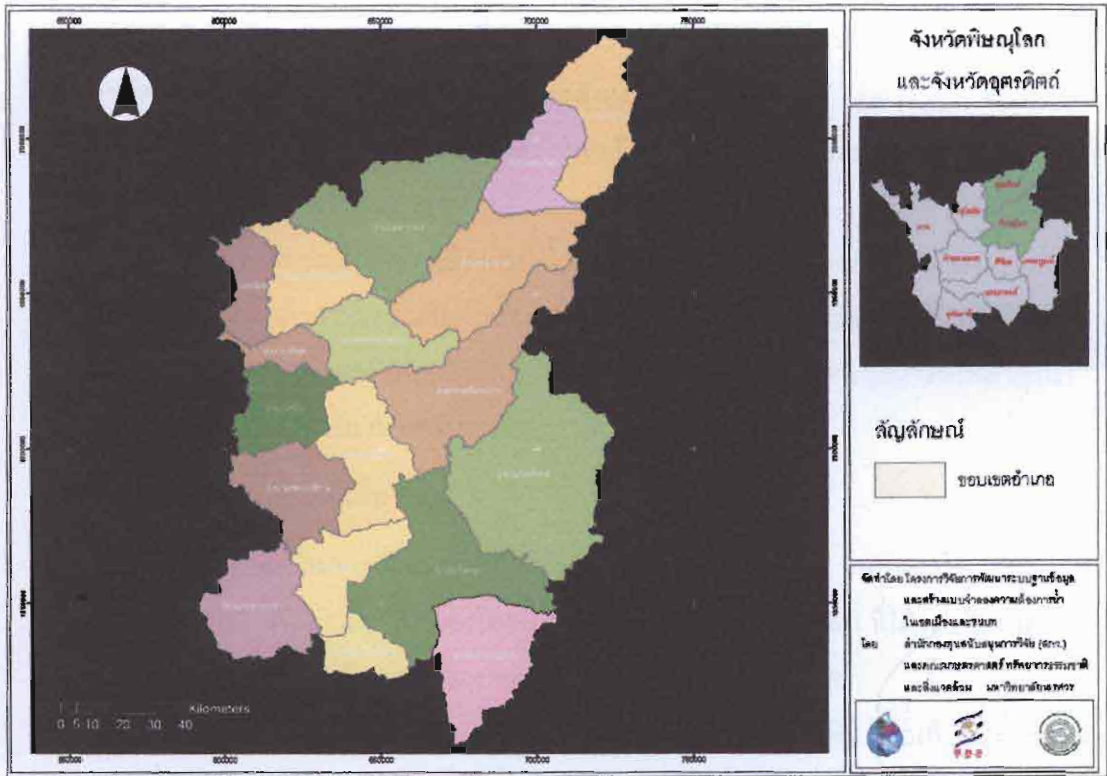
(3.2) ดัชนีทางด้านอุปทาน ประกอบด้วย ดัชนีปริมาณน้ำท่า ดัชนีปริมาณน้ำในดิน และดัชนีพื้นที่แหล่งน้ำ

(4) การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำในครั้งนี้ พิจารณาเฉพาะดัชนีทางด้านอุปสงค์ และอุปทานเท่านั้น ยังไม่พิจารณาปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น การลดลงของพื้นที่ป่า และการเกิดปัญหาดินเค็มของพื้นที่ เป็นต้น

(5) การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำครั้งนี้ ยังไม่สามารถกำหนดตำแหน่ง (Site) และความเป็นไปได้ทางวิศวกรรมของการพัฒนาแหล่งน้ำได้

• (6) ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลที่รวบรวมได้จากปี 2536 ถึงปี 2546 ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะไม่นำข้อมูลที่เกิดขึ้นหลังจากปี 2546 เป็นต้นไปมาทำการวิเคราะห์ เช่น ข้อมูลแหล่งน้ำของโครงการเขื่อนแควน้อย เป็นต้น

พื้นที่ศึกษา



ภาพ 6-1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

6.1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

- (1) ดัชนีเสี่ยงแล้ง หมายถึง ระดับความเสี่ยงแล้งที่ได้จากวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม โดยใช้ตัวแปรทั้งหมด 15 ตัวแปร ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยทางด้านน้ำฝน ด้านศักยภาพน้ำใต้ดิน และลุ่มน้ำ ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ และด้านสภาพภูมิประเทศและดิน
- (2) ดัชนีความต้องการน้ำของพืช หมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำของพืชที่ปลูก มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่
- (3) ดัชนีเศรษฐกิจสังคม หมายถึง ภาวะทางเศรษฐกิจและสังคมของภาคเกษตรกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางด้านการขาดแคลนน้ำในการทำเกษตร
- (4) ดัชนีน้ำท่า หมายถึง ปริมาณน้ำผิวดินที่เกิดจากน้ำฝน แล้วไหลผ่านบนผิวน้ำดิน ณ จุดต่าง ๆ ภายในพื้นที่ ก่อนระบายลงสู่พื้นที่ตอนล่าง มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่
- (5) ดัชนีน้ำในดิน หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างของเม็ดดิน โดยกระบวนการน้ำซึมลงสู่ดิน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่

(6) ดัชนีแหล่งน้ำ หมายถึง ปริมาณเนื้อที่ของแหล่งน้ำที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม รวมกับข้อมูลแผนที่เชิงตัวเลขของแหล่งน้ำที่มีอยู่

(7) ดัชนีอุปสงค์ หมายถึง ภาวะที่ส่งเสริมให้เกิดความต้องการน้ำ ประกอบด้วยดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช และดัชนีเศรษฐกิจสังคม

(8) ดัชนีอุปทาน หมายถึง ดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงน้ำต้นทุนของพื้นที่ ประกอบด้วยดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน และดัชนีแหล่งน้ำ

(9) แหล่งน้ำขนาดเล็ก หมายถึง แหล่งน้ำประเภทอ่างเก็บน้ำ คลองส่งน้ำ หนอง บึง สระน้ำ บ่อน้ำตื้น บ่อน้ำบาดาล ภาชนะเก็บกักน้ำ และอื่นๆ ที่ใช้เวลาในการดำเนินการก่อสร้างไม่เกิน 1 ปี และไม่มีการจ่ายค่าชดเชยที่ดิน (ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พ.ศ. 2531 อ้างถึงใน กรมชลประทาน, 2541: 357)

6.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับแนวคิดในการพัฒนาแหล่งน้ำในการศึกษาของ อภิชาติ อนุกุลอำไพ และโกวิท ท้วมเสงี่ยม (2526) ได้แบ่งประเภทของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก ที่ได้รับทุนนโยบายพัฒนาแหล่งน้ำ จำแนกตามลักษณะของงานออกเป็น 8 ประเภทด้วยกัน คือ

(1) ประเภทงานเก็บกักน้ำ คือ งานเก็บกักน้ำฝนที่ไหลมาบนผิวดิน หรือเก็บกักน้ำที่ไหลมาตามลำน้ำต่างๆ เพื่อเก็บขังไว้เป็นแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้เมื่อถึงคราวจำเป็น โดยแบ่งเป็น ประเภทงานอ่างเก็บน้ำคือ แหล่งที่เก็บกักน้ำฝนซึ่งไหลมาบนผิวดิน และที่ไหลมาตามร่องน้ำหรือลำน้ำธรรมชาติ ให้ขังรวมไว้ในระหว่างหุบเขาหรือลูกเนินจนเกิดเป็นแหล่งเก็บน้ำด้วยการสร้างเขื่อนหรือทำนบปิดกั้นน้ำไว้ระหว่างหุบเขาหรือลูกเนินจนเกิดเป็นแหล่งน้ำด้วยการสร้างเขื่อนหรือทำนบปิดกั้นน้ำไว้ระหว่างหุบเขาหรือลูกเนินนั้น งานขุดคลองหนองและบึงธรรมชาติ หมายถึง งานขุดลอกดินในหนองและบึงธรรมชาติที่ตื้นเขินเพื่อให้เก็บกักน้ำได้มากขึ้น หรืออาจเพิ่มจำนวนน้ำเก็บกักในหนองและบึงโดยการก่อสร้างทำนบดินปิดกั้นช่องต่ำที่น้ำสามารถระบายออกไปได้ เพื่อเพิ่มความลึกของน้ำที่จะเก็บกักให้มากขึ้น งานสระเก็บน้ำ หมายถึง การสร้างแหล่งเก็บขังน้ำฝน น้ำท่า หรือน้ำที่ไหลออกมาจากดิน โดยการขุดดินให้เป็นสระเก็บน้ำให้มีขนาดพื้นที่และความลึก ตามปริมาณน้ำที่ต้องการจะเก็บกัก งานพัฒนาแหล่งน้ำลักษณะนี้ควรก่อสร้างในพื้นที่ซึ่งไม่สามารถจัดสร้างงานเก็บกักน้ำประเภทอื่นได้เนื่องจากสภาพภูมิประเทศไม่อำนวย และงานเก็บกักน้ำในลำน้ำธรรมชาติ หมายถึง การเก็บกักน้ำให้ขังอยู่เฉพาะในตัวลำน้ำธรรมชาติที่สภาพของลำน้ำมีความเหมาะสม ด้วยการสร้างอาคารปิดกั้นลำน้ำไว้เพื่อเก็บกักน้ำและระบายน้ำที่ไหลมามากได้ โดยไม่

ทำให้ระดับน้ำสูงท่วมตลิ่งจนทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินได้ อาคารที่ก่อสร้างดังกล่าว ได้แก่ ฝาย หรือประตูระบายน้ำ

(2) ประเภทงานทดและผันน้ำ หมายถึง งานก่อสร้างอาคารขวางทางน้ำไหลเพื่อทดน้ำที่ไหลมาให้มีระดับสูงขึ้นพอที่จะผันและส่งเข้าไปตามคู-คลองส่งน้ำ สู่พื้นที่เพาะปลูกได้ อาคารที่ก่อสร้างเพื่อใช้ทดน้ำน้ำ ได้แก่ ฝาย หรือประตูระบายน้ำขนาดเล็ก ซึ่งอาคารดังกล่าวนี้จะสามารถสร้างปิดกั้นลำน้ำธรรมชาติทุกแห่งได้ตามที่ต้องการ โดยพิจารณาความเหมาะสมของประเภทอาคารตามสภาพภูมิประเทศนั้น

(3) ประเภทงานสูบน้ำ หมายถึง การสูบน้ำจากแหล่งน้ำให้ขึ้นสูงถึงระดับพื้นดินที่สามารถส่งน้ำต่อไปได้ตามที่ต้องการ แหล่งน้ำดังกล่าวได้แก่ แม่น้ำ หนอง บึง เป็นต้น อาคารที่ก่อสร้างสำหรับงานประเภทนี้ได้แก่ สถานีสูบน้ำ และคู คลองส่งน้ำ

(4) ประเภทงานคลองส่งน้ำ หมายถึง การขุดหรือก่อสร้างทางน้ำสำหรับนำน้ำจากแหล่งน้ำส่งกระจายไปให้พื้นที่เพาะปลูกได้อย่างทั่วถึง ขนาดและความยาวของคลองส่งน้ำขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่การเพาะปลูกที่คลองสายนั้นๆ จะควบคุมได้งานระบบคลองส่งน้ำจัดว่าเป็นงานที่มีความสำคัญยิ่ง สำหรับโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการชลประทานทุกประเภททุกขนาด งานคลองส่งน้ำนี้อาจจำเป็นต้องมีการก่อสร้างอาคารบางประเภทเป็นแห่ง ๆ เพื่อให้สามารถทำการส่งน้ำไปได้ตลอดคลอง เช่น ประตูระบายปากคลอง อาคารน้ำตก เป็นต้น

(5) ประเภทงานพัฒนาน้ำใต้ดิน หมายถึง การนำน้ำที่มีอยู่ใต้ผิวดินมาใช้เพื่อการอุปโภค และการเพาะปลูก ตลอดจนประโยชน์ด้านอื่นๆ การกำหนดขนาดและความลึกของบ่อน้ำใต้ดินที่เหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของชั้นดิน หินทราย หรือกรวด ที่เป็นแหล่งสะสมน้ำ และปริมาณน้ำที่ต้องการใช้เป็นหลัก ลักษณะงานพัฒนาน้ำใต้ดินแบ่งออกได้ 2 ชนิดด้วยกัน คือ 1) งานบ่อน้ำตื้น และ 2) งานบ่อน้ำบาดาล

(6) ประเภทงานระบายน้ำออกจากที่ลุ่ม หมายถึง การระบายน้ำออกจากพื้นที่ซึ่งมีน้ำท่วมขังอยู่เป็นประจำจนใช้เพาะปลูกไม่ได้ พื้นที่ดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่มหรือแอ่งน้ำที่ไหลลงมาจากที่สูง หรือรับน้ำจากลำน้ำเข้าไปขังไว้ แล้วไม่สามารถระบายออกไปตามธรรมชาติได้หมดจนเกิดน้ำขังอยู่ตลอดปี การระบายน้ำออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น จะต้องขุดคลองเพื่อจะระบายน้ำจากภายในพื้นที่ดังกล่าว ทิ้งไปยังลำน้ำสายใหญ่หรือทะเลต่อไป งานประเภทนี้อาจมีการก่อสร้างอาคารบางชนิดในคลองระบายน้ำตามความจำเป็นรวมทั้งอาคารประตูหรือท่อบายน้ำที่ปลายคลอง เพื่อเก็บกักน้ำไว้ในคลองสำหรับการอุปโภคบริโภค เลี้ยงสัตว์ หรือปลูกพืช

(7) ประเภทงานป้องกันน้ำท่วมพื้นที่เพาะปลูก เป็นงานป้องกันน้ำจากภายนอกพื้นที่ไม่ให้เข้าไปท่วมพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งได้แก่พื้นที่ลุ่มสองฝั่งลำน้ำที่มีสภาพระดับน้ำสูงจนท่วมพื้นที่เพาะปลูกอยู่เป็นประจำในฤดูน้ำหลาก อาคารสิ่งก่อสร้างต่างๆ ของงานประเภทนี้ประกอบด้วยคันดินกั้นน้ำ ซึ่งจะมีแนวขนานไปตามลำน้ำโอบล้อมพื้นที่ตามต้องการ และก่อสร้างประตูละบายที่บริเวณร่องน้ำและลำน้ำต่างๆ หรือสร้างท่อระบายน้ำกับบานประตูบังคับน้ำเพื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่และป้องกันน้ำภายนอกไม่ให้เข้าไปท่วมพื้นที่ภายในด้วย

(8) ประเภทงานป้องกันน้ำเค็มและปรับปรุงพื้นที่ชายทะเลเพื่อการเพาะปลูกเป็นงานป้องกันน้ำทะเลไม่ให้เข้าไปตามคลอง หรือร่องน้ำ หรือท่วมบริเวณพื้นที่เพาะปลูกชายทะเล งานประเภทนี้จะอยู่ตามพื้นที่แถบชายทะเลที่อิทธิพลของน้ำทะเลในบางฤดูมีโอกาสขึ้นสูงจนเข้าไปทำให้พื้นที่เพาะปลูกได้

ทั้งนี้จากการศึกษาสภาพปัญหาด้านทรัพยากรน้ำที่พบในภาคเหนือ (การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรของภาคเหนือ ,2546) พบว่ามีปัญหา 3 ด้าน ดังนี้

๑.1. ปัญหาด้านแหล่งน้ำต้นทุน

- 1.1 การมีน้ำต้นทุนไม่เพียงพอ
- 1.2 การขาดการวางแผนการจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่อย่างเป็นระบบ
- 1.3 การเกิดความขัดแย้งในการพัฒนาโครงการแหล่งน้ำขนาดใหญ่
- 1.4 ปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าสงวน และที่สาธารณประโยชน์
- 1.5 การขาดแหล่งเก็บกักปริมาณน้ำต้นทุนขนาดใหญ่ในลุ่มน้ำ
- 1.6 การมีแหล่งเก็บกักน้ำขนาดกลางและขนาดเล็กไม่เพียงพอ

2. ปัญหาด้านความต้องการน้ำ

- 2.1 การเจริญเติบโตของชุมชนเมืองและการขยายตัวของเมืองทำให้เกิดปัญหาการส่งน้ำเพื่อการเกษตรและการใช้น้ำด้านต่างๆ
- 2.2 ปัญหาการใช้พื้นที่ในลุ่มน้ำจากการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ และการเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินทำให้มีการใช้น้ำในด้านต่างๆ เพิ่มขึ้น
- 2.3 ปัญหาด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำ ทางด้านระบบประปา และโครงการชลประทานต่างๆ ต่ำ ทำให้มีการใช้น้ำในด้านต่างๆ สูง
- 2.4 ไม่มีการกำหนดลำดับความสำคัญการใช้น้ำในด้านต่างๆ อย่างเด่นชัดในลุ่มน้ำ เพื่อเป็นนโยบายในการจัดสรรน้ำในช่วงสภาวะวิกฤติ

2.5 พื้นที่การเกษตรในลุ่มน้ำส่วนใหญ่เพาะปลูกข้าว ในลุ่มน้ำที่มีแหล่งน้ำต้นทุนและไม่มีแหล่งน้ำต้นทุน รวมทั้งในพื้นที่ที่มีสภาพดินเหมาะสมและไม่เหมาะสมกับการปลูกข้าว ทำให้มีการใช้น้ำมาก ก่อให้เกิดปัญหาในการใช้น้ำในลุ่มน้ำ

3. ปัญหาด้านองค์กร

3.1 ปัญหาในการบริหารจัดการน้ำในแหล่งน้ำต้นทุนขนาดใหญ่ เช่น เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ และหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

3.2 การพัฒนาโครงการแหล่งน้ำ และระบบป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ต่างๆ ในลุ่มน้ำที่ดำเนินการโดยหน่วยงานต่างๆ ขาดการประสานงานและวางแผนอย่างเป็นระบบ

3.3 ขาดการจัดกลุ่มผู้ใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ระดับต่างๆ อย่างเป็นระบบ ทั้งระดับโครงการ ระดับลุ่มน้ำจนเป็นผลให้การใช้้ำของผู้ใช้น้ำในแต่ละกิจกรรมเป็นไปอย่างไม่ประหยัด และไม่รู้ถึงความสำคัญของน้ำ

3.4 ขาดการสร้าง ความเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์น้ำ การใช้น้ำและจิตสำนึกในการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำในกลุ่มผู้ใช้น้ำต่างๆ

3.5 รัฐไม่ได้มีการวางแผนและกำหนดนโยบายในระยะยาวให้เด่นชัด ทำให้ขาดการพัฒนาบริหารจัดการแหล่งน้ำอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

อภิชาติ อนุกุลอำไพ และโกวิท ท้วมเสียม (2526) ได้สรุปว่า การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กไม่ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ อุปสรรคปัญหาที่เกิดขึ้นอาจจำแนกออกได้ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการก่อสร้าง และขั้นตอนการใช้น้ำและบำรุงรักษา สำหรับปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้างหรือปัญหาด้านเทคนิคส่วนใหญ่เป็นเรื่องของการขาดข้อมูลที่เพียงพอในการออกแบบและสภาพของธรรมชาติที่อาจผันแปรได้ในแต่ละปีสำหรับปัญหาในขั้นตอนการส่งน้ำและบำรุงรักษานั้น จัดได้ว่าเป็นปัญหาใหญ่ เนื่องจากเป็นงานที่ยากที่สุดของขบวนการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก ประสิทธิภาพของการใช้น้ำและบำรุงรักษาโครงการจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงความสำเร็จของงานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กในโครงการนั้น

วิวัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ เริ่มต้นประมาณสองทศวรรษมาแล้ว โดยมีส่วนประกอบอันเกิดจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น การทำแผนที่ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ วิชาการสำรวจและโฟโตแกรมเมตรี การสำรวจระยะไกล และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งประเทศแคนาดาเป็นประเทศแรกที่ได้เริ่มใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยในการจัดการระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามามีบทบาทต่อการพัฒนาด้านต่างๆ เพิ่มขึ้นช่วยในการจัดการข้อมูลตั้งแต่การนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลไว้ในระบบฐานข้อมูล

การนำออกมาใช้ การดัดแปลงแก้ไข และการวิเคราะห์ รวมทั้งนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยตัดสินใจในการวางแผนและพัฒนางาน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ในงานต่างๆ มากมายทั่วโลก ทั้งทางด้านการผลิต การศึกษา การทหาร และงานด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งการสร้างแบบจำลอง (Modeling) เพื่อค้นหารูปแบบ (Simulation approach) สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนบางอย่าง โดยการผสมผสานข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลที่มีใช้เชิงพื้นที่เข้าด้วยกัน ทำให้ได้แบบจำลองเพื่อการคาดการณ์ (Predictive modeling) โดยใช้เทคนิคทางสถิติในการสร้างแบบจำลองแบบการคาดการณ์มาหาความสัมพันธ์โดยพิจารณาแต่ละชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่และองค์ประกอบของข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่แสดงออกมาเป็นรูปแบบเชิงพื้นที่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์กำหนดนโยบายสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับเทคนิค K-Means Clustering เป็นเทคนิคการจำแนก Case ออกเป็นกลุ่มย่อย จะใช้เมื่อมีจำนวน Case มาก โดยจะต้องกำหนดจำนวนกลุ่ม หรือจำนวน Cluster ที่ต้องการ เช่น กำหนดให้มี K กลุ่ม เทคนิค K-Means จะมีการทำงานหลายๆ รอบ (Iteration) โดยในแต่ละรอบจะมีการรวม Cases ให้ไปอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยเลือกกลุ่มที่ Case นั้นมีระยะห่างจากค่ากลางของกลุ่มน้อยที่สุด แล้วคำนวณค่ากลางของกลุ่มใหม่ จะทำเช่นนี้จนกระทั่งค่ากลางของกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง หรือครบจำนวนรอบที่กำหนดไว้ ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในเทคนิคนี้จะต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ คือเป็นสเกลอันดับ (Interval Scale) หรือ สเกลอัตราส่วน (Ratio Scale)

ส่วนการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มคน สัตว์ องค์กร หรือสิ่งของ ฯลฯ ออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ซึ่งในการวิเคราะห์แบบนี้ต้องทราบจำนวนกลุ่มของตัวแปรมาก่อน และ ทราบว่าแต่ละ Case อยู่ในกลุ่มใด (อาจมาจากการวิเคราะห์โดยเทคนิค K-means Cluster Analysis) จากนั้นนำตัวแปรทั้งหมดมาสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์กับตัวแปรตามโดยใช้หลักของการวิเคราะห์ความถดถอย ในมาตรวัดระดับ (Ordinal) เช่น ความรุนแรงของโรค ความรุนแรงของสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจแบ่งเป็น 3 ระดับ เช่น ระดับอ่อน ปานกลาง และรุนแรง โดยทั่วไป Discriminant มักจะใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์กับงานด้านธุรกิจ สังคมศาสตร์ เป็นต้น นอกจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังนำความสัมพันธ์ที่ได้มาประมาณค่า หรือพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ (ตัวแปรตาม) จากสมการที่สร้างขึ้น โดยการเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมเพื่อทำให้เปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องในการพยากรณ์มีค่าสูงสุด (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2544)

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลระดับปฐภูมิและอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่และ ข้อมูลเชิงคุณลักษณะนำมาสร้างให้อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยตัวแปรสิ่งแวดล้อม 15 ตัวแปร ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านน้ำฝน ด้านศักยภาพน้ำใต้ดิน และลุ่มน้ำ ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ และด้านสภาพภูมิประเทศและดิน สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีด้วยกัน คือ 1) วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ และ 2) วิธีสถิติจำแนกกลุ่ม ซึ่งทั้ง 2 วิธีได้ให้ผลการคณิตศาสตร์ในการกำหนดระดับเสี่ยงภัยแล้งในทุกพื้นที่ขนาด 40X40 เมตร โดยระดับเสี่ยงภัยแล้งถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ไม่เสี่ยง เสี่ยงต่ำ เสี่ยงปานกลาง และเสี่ยงสูง และได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของระดับเสี่ยงภัยแล้งโดยใช้แบบสัมภาษณ์ พบว่าวิธีสถิติจำแนกกลุ่มสามารถให้ความถูกต้องของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น

ส่วนของการหาปริมาณน้ำท่าโดยใช้วิธี SCS curve number ได้นำมาใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าเป็นรายสัปดาห์ วิธีการนี้มีการนำมาใช้เพื่อประมาณค่าน้ำท่าที่เกิดขึ้น หรือนำมาประเมินเพื่อตรวจสอบคุณภาพของกลุ่มน้ำในแต่ละช่วงเวลา (Pandey et al., 2003; S. Steenhuis et al., 2003)

สำหรับการนำข้อมูลความจำเป็นขั้นพื้นฐานมาใช้เพื่อหาดัชนีชี้วัดเกี่ยวกับความยากจน วิทยากร เชียงกูล (ม.ป.ป.) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องความยากจนและแนวทางการพัฒนาตัวแบบชี้วัดความยากจนเชิงโครงสร้าง โดยได้ทำการศึกษาเพื่อหาตัวชี้วัดที่เหมาะสมทางด้านสังคมและสภาพแวดล้อมหลาย ๆ ตัวชี้วัดมาใช้ในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาความยากจนหรือคุณภาพชีวิต ซึ่งได้ใช้ข้อมูลความจำเป็นขั้นพื้นฐาน (จปฐ.) ข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน (กชช. 2 ค) ในส่วนของข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน (กชช. 2 ค) เป็นการจัดเก็บ และวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้านนอกเขตเทศบาลทุก 2 ปี เพื่อแสดงความเป็นอยู่ของประชาชนในด้านต่างๆ ทั้งเศรษฐกิจ และสังคม จัดทำโดยกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย แต่มีการกำหนดตัวชี้วัดและวิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ข้อมูล กชช. 2 ค ยอมรับว่ามีปัญหาความยากจนชัดเจนในระดับหมู่บ้านเป็นสัดส่วนสูงกว่าข้อมูลของ จปฐ. และมีความใกล้เคียงกับสถิติข้อมูลของหน่วยงานอื่นมากกว่า ข้อมูล กชช. 2 ค จึงเป็นสถิติที่น่าสนใจนำมาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบมากกว่าข้อมูลของ จปฐ. ข้อมูล กชช. 2 ค แบ่งเป็น 6 กลุ่ม 31 ตัวชี้วัด ซึ่งตัวชี้วัดที่ใช้ในการวิเคราะห์ความยากจน ดังนี้

1. กลุ่มสภาพพื้นฐาน ตัวชี้วัดที่นำมาใช้คือ สิทธิที่ดินทำกิน เอกสารสิทธิ

2. กลุ่มผลผลิต รายได้ และการมีงานทำ ตัวชี้วัดที่น่าใช้คือ การประกอบอาชีพและการมีงานทำ อัตราค่าจ้าง การอพยพหางานทำ การทำการเกษตรฤดูแล้ง
3. กลุ่มสาธารณสุขและการอนามัย ตัวชี้วัดที่น่าใช้คือ สุขภาพจิต การอนามัยสิ่งแวดล้อม
4. กลุ่มแหล่งน้ำ
5. กลุ่มความรู้ การศึกษา และวัฒนธรรม
6. กลุ่มทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตัวชี้วัด คือ การปลูกป่าหรือไม้ยืนต้น การใช้ประโยชน์ที่ดิน คุณภาพแหล่งน้ำ

จากข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน กชช. 2 ค ในปี 2542 ทำให้มองเห็นสภาพความยากจนชัดเจน ในเชิงเปรียบเทียบระหว่างหมู่บ้านด้วยกันได้หลายแง่ ตัวชี้วัดที่ใช้วิเคราะห์ต่อเพื่อความเข้าใจความยากจนเชิงโครงสร้างที่มีน้ำหนักสูง ดังตาราง 6-1

ตาราง 6-1 ดัชนีชี้วัด กชช 2 ค ตัวที่มีน้ำหนักสูง

ดัชนีชี้วัด	จำนวนหมู่บ้าน (จากทุกจังหวัด)	ร้อยละ
- หมู่บ้านที่เกษตรกรต้องเช่าที่ทำกินมากกว่าร้อยละ 25 ของครัวเรือน	19,217	40.8
- หมู่บ้านที่ทำการเกษตรเป็นหลักและมีครัวเรือนที่ทำการเกษตรฤดูแล้งน้อย	39,748	75.4
- หมู่บ้านที่มีการประกอบอาชีพอื่นๆ และมีรายได้ต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย	26,658	44.6
- หมู่บ้านที่มีการอพยพออกไปทำงานมาก	30,824	50.0
- หมู่บ้านที่มีปัญหาน้ำไม่เพียงพอแก่การเกษตร	20,828	33.0
- หมู่บ้านที่มีปัญหาด้านสุขภาพจิต	12,212	19.3
- หมู่บ้านที่มีผู้บาดเจ็บจากการทำงานและผู้ป่วยเนื่องจากการใช้สารเคมี	6,381	10.1

ที่มา : วิจัยการ เชียงกุล (ม.ป.ป.)

ในส่วนของปัญหาการขาดแคลนน้ำและแนวทางในการจัดการนั้น อนันต์ ปานคล้าย (2535) ได้ทำการศึกษาและประเมินผลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ ขนาดเล็กประเภทสระน้ำ ในเขตพื้นที่จังหวัดยโสธร เพื่อหาผลที่เกิดขึ้นจากโครงการและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลที่เกิดขึ้นจาก

โครงการ ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยใช้ค่าสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวม แล้วโครงการประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะสำเร็จทางด้านต่างๆ ตามลำดับ คือ 1) ความต้องการโครงการของครัวเรือน 2) คุณภาพสิ่งแวดล้อมรอบบริเวณโครงการ 3) ความพอใจต่อโครงการของครัวเรือน 4) การใช้ประโยชน์จากโครงการของ ครัวเรือน และพบว่าโครงการไม่ประสบความสำเร็จทางด้าน 1) คุณภาพชีวิตของครัวเรือนในพื้นที่โครงการ 2) การมีส่วนร่วม ในโครงการของครัวเรือน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลที่เกิดขึ้นจากโครงการ ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลที่เกิดขึ้นจากโครงการ 4 ประเด็น คือ 1) ที่ตั้งโครงการมีอิทธิพลต่อการใช้ประโยชน์จากโครงการ ในชีวิตประจำวันของครัวเรือน 2) กิจกรรมต่อเนื่องของ โครงการมีอิทธิพลต่อการเพิ่มรายได้ของครัวเรือน 3) แหล่งน้ำ อื่นมีอิทธิพลกับการใช้ประโยชน์จากโครงการของครัวเรือน และ 4) ฐานะครัวเรือนมีอิทธิพลต่อการให้ข้อคิดเห็นต่อโครงการ ส่วนปัจจัยอื่นๆ ไม่มีอิทธิพลต่อผลที่เกิดขึ้นจากโครงการ

ถวิลกาล วงค์ชาติ (2539) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลกระทบ ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กในด้านเศรษฐกิจสังคมของ เกษตรกรในชนบทของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกเอาพื้นที่หมู่บ้าน แหล่งน้ำขนาดเล็ก 3 หมู่บ้าน ในจังหวัดขอนแก่น เป็นพื้นที่ศึกษา แทน 3 ประเภทแหล่งน้ำหลัก คือ (1) หมู่บ้านแหล่งน้ำขุดลอก (2) หมู่บ้านอ่างเก็บน้ำ และ (3) หมู่บ้านแหล่งน้ำฝาย โดยทำการสุ่มเลือกครัวเรือนในเขตแหล่งน้ำเป็นกลุ่มศึกษาและครัวเรือน นอกเขตแหล่งน้ำเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งได้ทำการสำรวจและ เก็บบันทึกข้อมูลในรอบ 1 ปี ของฤดูกาลเพาะปลูก 2536 ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรในเขตแหล่งน้ำ มีรายได้ จากการเกษตรเป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการปลูกพืชรอง ในฤดูแล้งเป็นพืชสำคัญที่ทำรายได้ให้แก่เกษตรกร ในขณะที่กลุ่ม เกษตรกรนอกเขตแหล่งน้ำมีรายได้จากกิจกรรมนอกภาคการเกษตรเป็นหลัก พบว่าแหล่งน้ำ มีผลกระทบโดยตรงต่อระดับรายได้เฉลี่ย ต่อครัวเรือนและต่อฟาร์มและการกระจายของรายได้ในแต่ละกลุ่ม ด้วย โดยกลุ่มเกษตรกรในเขตแหล่งน้ำ มีรายได้สูงขึ้นและมีผลความแตกต่างระหว่างรายได้มากขึ้นด้วย ยกเว้นกลุ่มเกษตรกร หมู่บ้านแหล่งน้ำฝายเท่านั้นที่มีรายได้และมีความแตกต่างของการ กระจายรายได้ต่ำกว่าในกลุ่มแหล่งน้ำอื่นๆ และยังพบว่าการปลูกพืชรองในฤดูแล้งดังกล่าว เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อระดับรายได้ และการกระจายของรายได้ของกลุ่มเกษตรกรในเขตแหล่งน้ำดังกล่าว ในการศึกษาด้านผลิตภาพของแหล่งน้ำ นั้น การปลูกพืชรองของกลุ่มเกษตรกรในเขตแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เพิ่ม มูลค่ากับแหล่งน้ำมากที่สุดนั้น มีความหลากหลายทั้งชนิดของพืช และปริมาณที่ปลูกมากกว่ากลุ่มนอกเขตแหล่งน้ำ และพบว่าเกษตรกรในเขตแหล่งน้ำ ให้ความสำคัญและร่วมมือในการจัดการและบริหารการใช้น้ำเพื่อการ

ปลูกพืชรองในฤดูแล้งมากกว่าเพื่อการปลูกข้าว พบว่า แหล่งน้ำฝายก่อกองในเชิงบวกมากที่สุด และรองลงมาคือแหล่งน้ำขุดลอก ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าเมื่อมีน้ำเพียงพอตลอด ฤดูแล้งแล้ว แหล่งน้ำขนาดเล็กจะสามารถเพิ่มผลผลิตให้กับพืชไร่และพืชผักได้

ทวีชัย ภูมิสาธา (2541) ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์จากสระน้ำในไร่นาของเกษตรกรในโครงการสนับสนุนแผนการผลิตของเกษตรกร จังหวัดยโสธร พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญต่อน้ำ เงินทุน และดิน เป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจปลูกพืชฤดูแล้ง และมีปัญหาในการใช้ประโยชน์จากสระน้ำในไร่นาจากการศึกษาปัญหাজำนวน 25 ปัจจัย ที่เกี่ยวข้องพบว่ามีปัญหาจำนวน 1 ปัจจัย ได้แก่ ทางรับน้ำเข้าสู่สระน้ำพังทลาย ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จำนวน 8 ปัจจัย พบว่ามี 2 ปัจจัย คือ 1) เนื้อที่ถือครองทางการเกษตร 2) จำนวนแรงงานในครัวเรือน ไม่มีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์จากสระน้ำในไร่นาของเกษตรกรในการปลูกพืชไร่ การปลูกพืชผัก การปลูกข้าว การปลูกไม้ผลและการเลี้ยงปลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ามี 6 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์จากสระน้ำในไร่นาของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 1) การได้รับการเยี่ยมจากเกษตรตำบล มีความสัมพันธ์กับการปลูกข้าว 2) การเคลื่อนย้ายแรงงานในครัวเรือนมีความสัมพันธ์กับการปลูกพืชไร่ 3) จำนวนรายได้เงินสดมีความสัมพันธ์กับการปลูกพืชผัก 4) การมีเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กของเกษตรกร มีความสัมพันธ์กับการปลูกพืชไร่ การปลูกพืชผัก และการเลี้ยงปลา 5) ระยะทางระหว่างที่พักอาศัยกับสระน้ำมีความสัมพันธ์กับการปลูกพืชผักและการเลี้ยงปลา 6) การมีระดับที่ตั้งของสระน้ำสูงกว่าระดับผิวน้ำมีความสัมพันธ์กับการปลูกพืชผัก การปลูกไม้ผล และการเลี้ยงปลา

ในปี 2542 ทวีชัย ภูมิสาธา และคณะ ก็ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์จากสระน้ำในไร่นาของเกษตรกรในโครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตร จังหวัดยโสธร พบว่าปัญหาที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์จากสระน้ำในไร่นาระดับมากมี 2 ปัจจัยคือ 1) สระน้ำพังทลาย 2) ขาดแรงงานเกษตรในครัวเรือน และปัญหาระดับเล็กน้อย 6 ปัจจัยคือ 1) ขาดความรู้การใช้ประโยชน์จากสระน้ำ 2) ขาดผู้นำทางการเกษตรในหมู่บ้าน 3) ดินบริเวณรอบสระน้ำขาดความอุดมสมบูรณ์ 4) สระน้ำกักเก็บน้ำไม่ได้ตลอดปี 5) มีพืชระบาด และ 6) ศัตรูพืชระบาดทำลายผลผลิต ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จำนวน 7 ปัจจัย พบว่าทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์จากสระน้ำในไร่นาของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในเรื่องดังนี้ คือ 1) การได้รับการเยี่ยมจากเกษตรตำบล มีความสัมพันธ์กับการปลูกพืชไร่ การปลูกพืชผัก และการเลี้ยงสัตว์ 2) ระดับของเกษตรกร มีความสัมพันธ์กับการปลูกพืชไร่ การปลูกพืชผัก การเลี้ยงสัตว์ และการเลี้ยงปลา 3) จำนวนแรงงานในครัวเรือนมีความสัมพันธ์กับการเลี้ยงสัตว์

การปลูกพืชไร่ การทำนา และการปลูกพืชผัก 4) เนื้อที่ถือครองการเกษตรมีความสัมพันธ์กับการปลูกพืชไร่ การปลูกพืชผัก และการเลี้ยงสัตว์ 5) การมีเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับการปลูกพืชไร่ การปลูกพืชผัก การเลี้ยงสัตว์ และการเลี้ยงปลา 6) ระยะทางระหว่างที่พักอาศัยกับสระน้ำมีความสัมพันธ์กับการเลี้ยงสัตว์ การปลูกพืชไร่ การปลูกพืชผัก และการทำนา 7) การมีระดับที่ตั้งของสระน้ำสูงกว่าผิวน้ำมีความสัมพันธ์กับการเลี้ยงสัตว์ การปลูกพืชไร่ การปลูกพืชผัก และการทำนา แต่ทุกปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์จากสระน้ำในไร่นาของเกษตรกรในการปลูกไม้ผล

กนก ปานบัว (2543) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาพการผลิตและการตลาดพืชในฤดูแล้งในเขตเกษตรน้ำฝน ปี 2541 และ 2542 ในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ พิษณุโลก อุตรดิตถ์ นครราชสีมา ชัยภูมิ และมหาสารคาม พบว่าปัญหาในการปลูกพืชฤดูแล้งคือแหล่งน้ำที่ใช้ไม่พอเพียงมีจำนวนจำกัด ปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ที่ได้รับการสนับสนุนจากทางราชการมีน้อยไม่เพียงพอและจัดส่งให้ล่าช้าไม่ทันฤดูเพาะปลูก การขายผลผลิตต้องขายให้พ่อค้าคนกลางที่เข้าไปซื้อผลผลิตในพื้นที่ทำให้ขายผลผลิตได้ราคาต่ำกว่าที่ควร ข้อเสนอแนะของเกษตรกรนั้นต้องการให้รัฐจัดสร้างและพัฒนาแหล่งน้ำให้มากขึ้น เพื่อให้พอเพียงในการขยายพื้นที่ปลูกพืชฤดูแล้ง รัฐควรสนับสนุนปัจจัยการผลิตให้เพื่อเป็นการลดต้นทุนและลดความเสี่ยง นอกจากนี้รัฐควรเข้ามาจัดหาตลาดรับซื้อผลผลิต และควบคุมดูแลด้านราคาผลผลิตให้เกิดความเป็นธรรมแก่เกษตรกรมากยิ่งขึ้น

รัชเวช หาญวงศ์ (2544) ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินศักยภาพของการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการเตรียมข้อมูล วิเคราะห์และแสดงผลการศึกษาเพื่อประเมินศักยภาพของการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้ แบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำในจังหวัดขอนแก่นออกเป็น 11 ลุ่มน้ำย่อย คำนวณความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค และความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมในแต่ละจุดควบคุมที่อยู่ในลุ่มน้ำ นำผลการคำนวณความต้องการใช้น้ำดังกล่าวข้างต้นมาวิเคราะห์สมมูลน้ำในระบบลุ่มน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยจนครบทั้ง 11 ลุ่มน้ำ โดยใช้แบบจำลอง HEC-3 ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม และข้อมูลความขาดแคลนน้ำของแต่ละจุดควบคุมที่อยู่ในลุ่มน้ำ จากนั้นทำการวิเคราะห์สมมูลน้ำในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลโดยนำผลการวิเคราะห์สมมูลน้ำของแต่ละจุดควบคุมที่อยู่ในองค์การบริหารส่วนตำบลเดียวกันมารวมกันทำให้ทราบผล

ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมและข้อมูลความขาดแคลนน้ำขององค์การบริหารส่วนตำบลในจังหวัดขอนแก่นทั้งหมด 193 องค์การบริหารส่วนตำบล แล้วจึงทำการประเมินศักยภาพของการพัฒนาแหล่งน้ำโดยนำข้อมูลผลการวิเคราะห์สมมูลน้ำขององค์การบริหารส่วนตำบลในจังหวัดขอนแก่นมาศึกษาพร้อมกับข้อมูลข้อจำกัดในการพัฒนาแหล่งน้ำ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลป่าสงวน ข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ข้อมูลพื้นที่ลาดชัน ข้อมูลการกระจายตัวของดินเค็ม จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่าในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นมีองค์การบริหารส่วนตำบลที่มีศักยภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำต่ำมีอยู่ 28 องค์การบริหารส่วนตำบล องค์การบริหารส่วนตำบลที่มีศักยภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำปานกลางมีอยู่ 83 องค์การบริหารส่วนตำบล และองค์การบริหารส่วนตำบลที่มีศักยภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำสูงมีอยู่ 82 องค์การบริหารส่วนตำบล

ดังนั้น ในการศึกษาการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผู้ศึกษาจึงได้รวบรวมข้อมูลและปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาทำการจัดลำดับพัฒนาแหล่งน้ำในระดับรายตำบลโดยจาก ดัชนีเสี่ยงแล้ง (Drought Index) ดัชนีความต้องการน้ำ (Crop Water Requirement Index) ดัชนีด้านเศรษฐกิจสังคม (Social and Economic Index) ดัชนีน้ำท่า (Runoff Index) ดัชนีน้ำในดิน (Soil Water Index) ดัชนีแหล่งน้ำ (Water Resources Index) และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ (Water Distance Index) สำหรับวิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญในการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลในรูปแบบของแผนที่โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

6.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) เป็นข้อมูลเชิงแผนที่เชิงเลข (Digital Map) ประกอบด้วย

(1) แผนที่ขอบเขตการปกครองในระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล มาตราส่วน 1 : 50,000 จัดทำโดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (Thai Environment Institute: TEI)

(2) แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน มาตราส่วน 1 : 50,000 จัดทำโดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

(3) แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินมาตราส่วน 1 : 50,000 จัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน

(4) แผนที่แสดงแหล่งน้ำผิวดิน มาตราส่วน 1 : 50,000 จัดทำโดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

(5) ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ของพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ ปี 1992, 1999 และ 2000

(6) ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Database) เป็นข้อมูลระดับทุติยภูมิ ซึ่งรวบรวมจากหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล คือ ข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน (กชช. 2 ค) รวบรวมจากกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย

6.4 วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการศึกษาดังนี้

6.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิตามตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล ซึ่งข้อมูลที่ได้มาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และทำหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูลเพื่อนำมาจัดทำเป็นฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Database) ซึ่งได้แก่

ดัชนีด้านอุปสงค์

1. ดัชนีเสี่ยงแล้ง ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง
2. ดัชนีความต้องการน้ำของพืช ประกอบด้วย ข้อมูลความต้องการน้ำของพืชของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ด้านการเกษตร)
3. ดัชนีเศรษฐกิจสังคม ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน (กชช. 2 ค) ของปี 2546

ดัชนีด้านอุปทาน

1. ดัชนีน้ำท่า ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำท่า
2. ดัชนีน้ำในดิน ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำในดิน
3. ดัชนีแหล่งน้ำ ประกอบด้วย ปริมาณแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษา
4. ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ ประกอบด้วย ระยะห่างจากแหล่งน้ำของตำบล

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ การตรวจสอบข้อมูลการเพาะปลูกเพื่อนำมาปรับแก้กับดัชนีความต้องการน้ำของพืช การตรวจสอบดัชนีเศรษฐกิจสังคมและการตรวจสอบความถูกต้องของลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล โดยใช้แบบสัมภาษณ์ซึ่งจะทำการสุ่มเก็บข้อมูลในระดับตำบล

6.4.2 การออกแบบข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลทั้งหมดเป็นข้อมูลขนาดใหญ่ โดยเฉพาะข้อมูล กชช. 2ค ซึ่งมีการจัดเก็บทุกหมู่บ้านชนบท ไม่ใช่วิธีการสุ่มตัวอย่าง และมีข้อคำถามที่ละเอียด หลากหลาย โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ Microsoft Access และ Microsoft Excel ในการนำข้อมูล และปรับแก้เพื่อตรวจสอบข้อมูลทุกิติภูมิที่มีความผิดพลาด และจัดเก็บในรูปของฐานข้อมูล พร้อมทั้งกำหนดรูปแบบโครงสร้างที่เป็นมาตรฐานเดียวกันเพื่อให้สามารถเชื่อมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ได้ นำข้อมูลที่อยู่ในรูปของฐานข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธี K-Mean Clustering Analysis และ Discriminant Analysis โดยใช้โปรแกรม SPSS 11.0 for Windows จากนั้นจึงนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) โดยใช้โปรแกรม ArcView 3.2 และ ArcGIS 8.3 เข้ามาช่วยในการนำเข้าข้อมูลเพื่อนำมาซ้อนทับกัน (Overlay) กับข้อมูลอื่นๆ การวิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรของแต่ละปัจจัยว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด

6.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

- ดัชนีทางด้านอุปสงค์

1) ดัชนีเสี่ยงแล้ง (Drought Index)

การศึกษานี้คำนวณดัชนีเสี่ยงแล้งจากสมการการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งที่ศึกษาไว้ของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ดังสมการ 6-1 ถึง สมการ 6- 5

$$D_{\text{Rain}} = -0.491(zR_{\text{fall}}) - 0.337(zR_{\text{day}}) - 0.338(zR_{\text{max}}) \quad (\text{สมการ 6-1})$$

โดยที่ D_{Rain} หมายถึง คะแนนระดับความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งด้านน้ำฝน และ zR_{fall} zR_{day} และ zR_{max} หมายถึง ค่าในรูปมาตรฐานของตัวแปร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนสูงสุดใน 1 วันเฉลี่ย ตามลำดับ

$$D_{\text{Hydro5}} = -0.084(zW_{\text{elldens}}) - 0.459(zA_{\text{quifer}}) - 0.522(zG_{\text{wavai}}) + 0.056(zS_{\text{trdens}}) - 0.115(zW_{\text{ssz}}) \quad (\text{สมการ 6-2})$$

โดยที่ D_{Hydro5} หมายถึง คะแนนระดับความเสี่ยงภัยแล้งด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำของพื้นที่ zW_{elldens} , zA_{quifer} , zG_{wavai} , zS_{trdens} , และ zW_{ssz} หมายถึง ค่าในรูปมาตรฐานของตัวแปรความหนาแน่นของบ่อน้ำ ศักยภาพชั้นหินให้น้ำ ความสามารถให้น้ำของบ่อน้ำ ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย และขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ตามลำดับ

$$D_{Hydro4} = -0.250(zStream) + 0.548(zWbody) + 0.157(zIrri) + 0.052(zPump) \quad (\text{สมการ 6-3})$$

โดยที่ D_{Hydro4} หมายถึง คะแนนระดับความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ตัวแปร $zStream$, $zWbody$, $zIrri$ และ $zPump$ หมายถึง ค่าในรูปมาตรฐานของตัวแปรระยะห่างจากเส้นลำน้ำ ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างจากเขตพื้นที่ชลประทาน และระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ตามลำดับ

$$D_{Geos} = 0.584(zSlope) + 0.176(zElev) + 0.356(zSoil) \quad (\text{สมการ 6-4})$$

โดยที่ D_{Geos} หมายถึง คะแนนระดับความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งด้านสภาพภูมิประเทศและดิน และตัวแปร $zSlope$, $zElev$, และ $zSoil$ หมายถึง ค่าในรูปมาตรฐานของตัวแปรระดับความลาดชัน ระดับชั้นความสูง และการระบายน้ำของดิน ตามลำดับ

$$D_{2province} = 0.351D_{Rain} + 0.331D_{Hydro5} + 0.373D_{Hydro4} + 0.396D_{Geos} \quad (\text{สมการ 6-5})$$

โดยที่ $D_{2province}$ หมายถึง ค่าคะแนนรวมของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์จากทุกปัจจัย

เมื่อได้ค่าของคะแนนรวมของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์แล้ว จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มดังนี้

1. ค่าที่ได้มาทำการ Standardized ข้อมูล
2. นำข้อมูล Standardized ของมาวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มเป็น 4 กลุ่มตามระดับของพื้นที่เสี่ยงภัย โดยวิธี K-mean Clustering Analysis
3. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล(Recode) ที่ได้จากการทำ K-mean clustering Analysis โดยการแปลความค่าสถิติจาก Group Statistic และค่ากลางสุดท้ายของกลุ่มโดยวิธี K-mean Clustering Analysis (K-mean Final Cluster Centers)
4. วิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม โดยใช้ค่าที่ได้จากการแปลงค่ากลุ่มข้อมูลกับค่าตัวแปรจริง ด้วยวิธี Discriminant Analysis

2) ดัชนีความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement Index)

การศึกษาในครั้งนี้จะคำนวณความต้องการน้ำของพืช ดังนี้

1. จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท

2. คัดเลือกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเฉพาะการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรมาหาความต้องการน้ำของพืชของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งค่าความต้องการน้ำของพืชได้มาจากตาราง 6-2

3. หาค่าความต้องการน้ำของพืชเป็นรายปี โดยคำนวณจากสมการ 6-6

$$\text{ค่าความต้องการน้ำของพืชรายปี} = \text{ค่าความต้องการน้ำของพืช} \times \text{พื้นที่เพาะปลูก} \times \text{จำนวนครั้งที่ปลูกในรอบปี} \quad (\text{สมการ 6-6})$$

ตาราง 6-2 ค่าความต้องการน้ำของพืชชนิดต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือ

ที่	ชื่อพืช	ปริมาณการใช้น้ำของพืชตลอดอายุพืช (ลบ.ม. /ไร่)
1	ข้าว กข.	1,101
2	ข้าวขาวดอกมะลิ 105	990
3	ข้าวบาสมาดิ	1,101
4	ข้าวสาลี	482
5	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	550
6	ข้าวโพดหวาน	424
7	ข้าวฟ่าง	598
8	ถั่วเหลือง	578
9	ถั่วลิสง	582
10	ถั่วเขียว	333
11	งา	462
12	ยาสูบ	624
13	ทานตะวัน	614
14	แตงโม	650
15	ฝ้าย	728
16	อ้อย	1,512
17	ละหุ่ง	1,152
18	เผือก	1,846
19	หน่อไม้ฝรั่ง	2,394
20	มะเขือเทศ	768
21	หอมหัวใหญ่	619

ตาราง 6-2 (ต่อ)

ที่	ชื่อพืช	ปริมาณน้ำใช้ของพืชตลอดอายุพืช (ลบ.ม. / ไร่)
22	หอมแดง	477
23	กระเทียม	414
24	มันฝรั่ง	570
25	พริกขี้หนู	749
26	มะระ	512
27	กะหล่ำดอก	309
28	คะน้า	254
29	ถั่วฝักยาว	443
30	ถั่วลันเตา	474
31	ถั่วพู	621
32	ผักกาดขาว	208
33	ผักกาดขาวปลี	307
34	ผักกาดหัว	288
35	ข้าวโพดฝักอ่อน	445
36	มันเทศ	730
37	ลำไย (ต้นเล็ก)	2,219
38	ลำไย (ต้นใหญ่)	4,030
39	มะม่วง (ต้นเล็ก)	4,526

ที่มา: กรมชลประทาน (ม.ป.ป.)

เมื่อได้ค่าของการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืช ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และ จังหวัดอุตรดิตถ์แล้ว จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มดังนี้

1. ค่าที่ได้มาทำการ Standardized ข้อมูล
2. นำข้อมูล Standardized ของมาวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มเป็น 4 กลุ่มตามระดับของพื้นที่เสี่ยงแล้ง โดยวิธี K-mean Clustering Analysis
3. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล(Recode) ที่ได้จากการทำ K-mean clustering Analysis โดยการแปลความค่าสถิติจาก Group Statistic และค่ากลางสุดท้ายของกลุ่มโดยวิธี K-mean Clustering Analysis (K-mean Final Cluster Centers)

4. วิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม โดยใช้ค่าที่ได้จากการแปลค่ากลุ่มข้อมูลกับค่าตัวแปรจริง ด้วยวิธี Discriminant Analysis

3) ดัชนีเศรษฐกิจสังคม

การสร้างดัชนีเศรษฐกิจสังคม ในการศึกษาเพื่อหาตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐกิจสังคมได้นำข้อมูล กชช. 2 ค ที่ได้รับรวบรวมไว้แล้วทั้งหมด 1,524 หมู่บ้าน แบ่งเป็น หมู่บ้านที่อยู่ในจังหวัดพิษณุโลก 961 หมู่บ้าน และ หมู่บ้านที่อยู่ในจังหวัดอุตรดิตถ์ 563 หมู่บ้าน หลังจากนั้นได้ทำการคัดเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และแหล่งน้ำสำหรับการเกษตร ซึ่งมีทั้งสิ้น 56 ข้อ ดังตาราง 6-3 โดยใช้โปรแกรม SPSS 11.0 for Windows วิธี K-Means Clustering Analysis และ Discriminant Analysis ในการวิเคราะห์ จากนั้นจะการหาค่าเฉลี่ยในระดับตำบลเพื่อนำมาเป็นปัจจัยร่วมในการวิเคราะห์สำหรับการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล การวิเคราะห์ดัชนีเศรษฐกิจสังคม มีขั้นตอนดังนี้

ตาราง 6-3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีเศรษฐกิจสังคม 56 ตัวแปร

รหัสตัวแปร	คำอธิบาย
R2	รายได้ของครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุสั้น
R3	รายได้ของครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุยาว
R4	รายได้ของครัวเรือนที่ทำสวนผลไม้
R5	รายได้ของครัวเรือนที่ทำสวนผัก
R6	รายได้จากการทำเกษตรฤดูแล้ง
R7	รายได้ของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรับจ้าง
R8	อัตราค่าจ้างทั่วไป
P48	ร้อยละครัวเรือนที่มีที่ดินทำกินเองไม่ต้องเช่า
P49	ร้อยละครัวเรือนที่มีที่ดินของตนเอง และเช่าเพิ่มบางส่วน
P50	ร้อยละครัวเรือนไม่มีที่ดินทำกินต้องเช่าทั้งหมด
P54	ร้อยละครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรับจ้าง
P55	ร้อยละของจำนวนคนอายุ 18-60 ปี ที่มีการประกอบอาชีพและมีรายได้
P9	ร้อยละของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพเกษตร
P10	ร้อยละของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพเกษตร

ตาราง 6-3 (ต่อ)

รหัสตัวแปร	คำอธิบาย
P11	ร้อยละของครัวเรือนที่ทำเกษตรในบ้าน
P12	ร้อยละของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพเกษตรผสมผสาน
P13	ร้อยละเนื้อที่ทำนาทั้งหมด/เนื้อที่ทำเกษตร
P15	ร้อยละของครัวเรือนที่ทำนา
P16	ร้อยละครัวเรือนที่ทำนาไม่เกิน 5 ไร่/ครัวเรือนที่ทำนา
P17	ร้อยละครัวเรือนที่ทำนาไม่เกิน 6-11 ไร่
P18	ร้อยละของครัวเรือนที่ทำนา 11-20 ไร่
P19	ร้อยละครัวเรือนที่ทำนา 21-50 ไร่
P20	ร้อยละครัวเรือนที่ทำนามากกว่า 50 ไร่
P21	ร้อยละครัวเรือนที่ทำนาปีละ 1 ครั้ง
P22	ร้อยละครัวเรือนที่ทำนาปีละ 2 ครั้ง
P23	ร้อยละครัวเรือนที่ทำนาปีละ 3 ครั้ง
P24	ร้อยละของครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุสั้น/ครัวเรือนทั้งหมด
P25	ร้อยละครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุสั้น
P26	ร้อยละเนื้อที่เพาะปลูกพืชไร่อายุสั้น
P28	ร้อยละเนื้อที่ปลูกพืชไร่อายุยาว
P30	ร้อยละครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุยาว
P31	ร้อยละครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุยาว
P32	ร้อยละเนื้อที่เพาะปลูกพืชไร่อายุยาว
P34	ร้อยละเนื้อที่สวนผลไม้
P36	ร้อยละครัวเรือนที่ทำสวนผลไม้
P39	ร้อยละเนื้อที่ทำสวนผัก
P41	ร้อยละครัวเรือนทำสวนผัก
P2	เปอร์เซ็นต์จำนวนบ่อน้ำตื้นส่วนตัวที่ใช้การได้
P3	เปอร์เซ็นต์จำนวนบ่อน้ำตื้นสาธารณะที่ใช้การได้

ตาราง 6-3 (ต่อ)

รหัสตัวแปร	คำอธิบาย
P4	เปอร์เซ็นต์จำนวนบ่อบาดาลส่วนตัวที่ใช้การได้
P5	เปอร์เซ็นต์จำนวนบ่อบาดาลสาธารณะที่ใช้การได้
W1	จำนวน ทะเลสาบ บึง + เขื่อน อ่างเก็บน้ำ
W2	จำนวน แม่น้ำ + คู คลอง ลำห้วย + คลองส่งน้ำ ฝาย ทำนบ ประตูน้ำ
W3	จำนวน หนองน้ำ+สระน้ำ
P6	ร้อยละของเนื้อที่เพาะปลูกที่มีน้ำไม่เพียงพอ
P8	ร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่มีน้ำสำหรับเพาะปลูกไม่เพียงพอ
P44	ร้อยละเนื้อที่ทำเกษตรฤดูแล้ง
P46	ร้อยละครัวเรือนที่ทำเกษตรฤดูแล้ง
P47	ร้อยละครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุสั้นฤดูแล้ง
D8_0	น้ำสำหรับเพาะปลูกไม่เพียงพอ
D8_1	น้ำสำหรับเพาะปลูกเพียงพอเฉพาะฤดูฝน
D8_2	น้ำสำหรับเพาะปลูกเพียงพอตลอดปี
D8_3	ไม่ได้ใช้แหล่งน้ำในการทำเกษตรฤดูแล้ง
D9_1	ใช้แหล่งน้ำผิวดินในการทำเกษตรฤดูแล้ง
D9_2	ใช้แหล่งน้ำใต้ดินในการทำเกษตรฤดูแล้ง
D9_3	ใช้น้ำที่เหลือค้างในไร่นา หรือน้ำฝนในการทำเกษตรฤดูแล้ง

เมื่อได้ตัวแปรแล้วจากนั้นนำมาทำการวิเคราะห์ปัจจัยหาความสัมพันธ์และทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลในระดับหมู่บ้านโดยใช้โปรแกรม SPSS 11.0 for Windows วิธี K-Means Clustering Analysis และ Discriminant Analysis ในการวิเคราะห์ จากนั้นจะการหาค่าเฉลี่ยในระดับตำบลเพื่อนำมาเป็นปัจจัยร่วมในการวิเคราะห์สำหรับการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล การวิเคราะห์ดัชนีเศรษฐกิจสังคม มีขั้นตอนดังนี้

1. นำข้อมูลตัวแปรอิสระ ทั้ง 56 ตัวแปร (ตาราง 6-3) มาทำการ Standardized ข้อมูล

2. นำข้อมูล Standardized ของทั้ง 56 ตัวแปรมาวิเคราะห์การจำแนกกลุ่มเป็น 4 กลุ่มตามระดับของสภาพเศรษฐกิจสังคม โดยทำการจำแนกกลุ่มทีละ 1 ตัวแปรปัจจัยโดยวิธี K-mean Clustering Analysis

3. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล(Recode) ที่ได้จากการทำ K-mean clustering Analysis โดยการแปลความค่าสถิติจาก Group Statistic และค่ากลางสุดท้ายของกลุ่มโดยวิธี K-mean Clustering Analysis (K-mean Final Cluster Centers)

4. นำค่าที่ได้จากการแปลงค่ากลุ่มข้อมูลมาหาผลรวม และนำมาทำ Standardized ข้อมูล จากนั้นจึงนำมาจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธี K-mean Clustering Analysis

5. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล (Recode) จากข้อมูลผลรวมที่ได้ทำการจำแนกกลุ่มเรียบร้อยแล้ว

6. วิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม โดยใช้ค่าที่ได้จากการแปลงค่ากลุ่มข้อมูลผลรวมกับค่าตัวแปรจริง โดยทำการจำแนกกลุ่มทีละ 1 กลุ่มปัจจัยด้วยวิธี Discriminant Analysis

ดัชนีทางด้านอุปทาน

1) ดัชนีน้ำท่า (Runoff Index)

วิธีการคำนวณน้ำท่าจากสัมประสิทธิ์น้ำท่า สามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีการในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ โดยการนำข้อมูลความลาดเท (Elevation) ของพื้นที่มาสร้าง DEM เพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน และแบ่งชั้นข้อมูลด้วยวิธี Reclassify เพื่อแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 แบบ ตามการจำแนกในงานชลประทาน (ตาราง 6-4) จากเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความลาดชันนำมาวิเคราะห์สัมประสิทธิ์น้ำท่าใน สมการ 6-7 แล้วนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณปริมาณน้ำท่ามาคำนวณหาปริมาณน้ำท่าในสมการ 6-8 โดยค่าที่คำนวณได้จะมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อสัปดาห์

สมการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า

$$Rc = (a \times P) + b \quad (\text{สมการ 6-7})$$

สมการคำนวณปริมาณน้ำท่า

$$R = P \times Rc \times \text{Area} \quad (\text{สมการ 6-8})$$

เมื่อ R = น้ำท่า

Rc = สัมประสิทธิ์น้ำท่า

P = น้ำฝน

A = สัมประสิทธิ์ของสมการ
 b = ค่าคงที่ของสมการ
 Area = พื้นที่

ตาราง 6-4 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการในการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า

Terrain	Type	Slope	a	b
1	Flat area	0 – 5%	0.1293	- 6.2370
2	Gentle slope area	> 5 – 15%	0.1293	- 3.0540
3	Rolling area	>15 – 30%	0.1295	1.4890
4	Steep area	> 30%	0.1295	5.7160

ที่มา : กรมชลประทาน (ม.ป.ป.)

วิธีการคำนวณปริมาณน้ำท่าจาก SCS Curve Number โดยการใช้ค่า CN ที่ได้จากการแบ่งชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน ดังตาราง 6-5 มาคำนวณในสมการ 6-9 และสมการ 6-10 ตามลำดับ โดยค่าที่คำนวณได้จะมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อสัปดาห์

$$R = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S) \text{ โดยที่ } P > 0.2S \quad (\text{สมการ 6-9})$$

$$S = (1000/CN) - 10 \quad (\text{สมการ 6-10})$$

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่า

P = ปริมาณน้ำฝน

S = ความสามารถกักเก็บน้ำของดิน

ตาราง 6-5 ค่า CN ที่แบ่งตามชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน

ชนิดดิน	ไร่ร้าง	พืชผัก	นาข้าว	พืชไร่	ทุ่งหญ้า	ป่าไม้	ชุมชน
A (sandy)	77	67	62	60	30	35	58
B (loamy)	86	76	73	72	58	60	73
C (sandy clay loam)	91	83	81	81	71	73	82
D (clay)	94	86	85	84	78	80	86

ที่มา : Watercom Engineering (เว็บไซต์)

ปริมาณน้ำท่าที่มามีคำนวณได้จาก 2 วิธี นำมาหาผลรวมของปริมาณน้ำท่ารายตำบล โดยศึกษาจาก DEM การสะสมการไหล (Flow Accumulate) และทิศทางการไหล (Flow Direction) ของแต่ละตำบล

เมื่อได้ค่าผลรวมของปริมาณน้ำท่ารายตำบลของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ แล้วจากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มดังนี้

1. ค่าที่ได้มาทำการ Standardized ข้อมูล
2. นำข้อมูล Standardized ของมาวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มเป็น 4 กลุ่มตามระดับของพื้นที่เสี่ยงแล้ง โดยวิธี K-mean Clustering Analysis
3. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล(Recode) ที่ได้จากการทำ K-mean clustering Analysis โดยการแปลความค่าสถิติจาก Group Statistic และค่ากลางสุดท้ายของกลุ่มโดยวิธี K-mean Clustering Analysis (K-mean Final Cluster Centers)
4. วิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม โดยใช้ค่าที่ได้จากการแปลงค่ากลุ่มข้อมูลกับค่าตัวแปรจริง ด้วยวิธี Discriminant Analysis

2) ดัชนีน้ำในดิน (Soil Water Index)

การศึกษานี้คำนวณปริมาณน้ำในดินจากแบบจำลองสมดุลน้ำ(สมการ 6-11) ดังนี้

$$SW = P-(R+D+E) \quad (\text{สมการ 6-11})$$

โดยที่ปริมาณน้ำที่สามารถซึมลงสู่พื้นที่ คำนวณได้จากสมการ 6-12 และสมการ 6-13

$$I = SW+D \quad (\text{สมการ 6-12})$$

$$I = P-(R+E) \quad (\text{สมการ 6-13})$$

เมื่อ

SW = ปริมาณน้ำในดิน

P = ปริมาณน้ำฝน

R = ปริมาณน้ำท่า

D = ปริมาณการซึม

E = ปริมาณการระเหย

I = ปริมาณการซึมทั้งหมด (น้ำในดินและน้ำซึมลึก)

เมื่อได้ค่าปริมาณน้ำในดินของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์แล้วจากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มดังนี้

1. ค่าที่ได้มาทำการ Standardized ข้อมูล
2. นำข้อมูล Standardized ของมาวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มเป็น 4 กลุ่มตามระดับของพื้นที่เสี่ยงแล้ง โดยวิธี K-mean Clustering Analysis
3. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล(Recode) ที่ได้จากการทำ K-mean clustering Analysis โดยการแปลความค่าสถิติจาก Group Statistic และค่ากลางสุดท้ายของกลุ่มโดยวิธี K-mean Clustering Analysis (K-mean Final Cluster Centers)
4. วิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม โดยใช้ค่าที่ได้จากการแปลงค่ากลุ่มข้อมูลกับค่าตัวแปรจริง ด้วยวิธี Discriminant Analysis

3) ดัชนีแหล่งน้ำ (Water Resources Index)

สำหรับการสร้างดัชนีแหล่งน้ำนั้น สามารถหาได้จากการนำรายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียม (ตาราง 6-6) มาจำแนกด้วยวิธี Supervised โดยวิธี Maximum Likelihood เพื่อจำแนกแหล่งน้ำ จากนั้นนำมาหาร้อยละของพื้นที่แหล่งน้ำ โดยเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของตำบล ซึ่งหาได้จาก "

$$\text{ร้อยละของพื้นที่แหล่งน้ำ} = \frac{\text{พื้นที่แหล่งน้ำของตำบลที่จำแนกได้ (ไร่)} \times 100}{\text{พื้นที่ทั้งหมดของตำบล (ไร่)}} \quad (\text{สมการ 6-14})$$

ตาราง 6-6 รายละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม

Path Row	Year	Sensors
12948	1992-12-22	TM
13048	1992-12-13	TM
13049	1992-12-13	TM
12948	2000-03-07	ETM+
12949	2000-11-02	ETM+
13048	1999-12-25	ETM+
13049	1999-12-25	ETM+

เมื่อได้ค่าร้อยละของพื้นที่แหล่งน้ำของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์แล้ว จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มดังนี้

1. ค่าที่ได้มาทำการ Standardized ข้อมูล

2. นำข้อมูล Standardized ของมาวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มเป็น 4 กลุ่มตามระดับของพื้นที่เสี่ยงแล้ง โดยวิธี K-mean Clustering Analysis

3. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล(Recode) ที่ได้จากการทำ K-mean clustering Analysis โดยการแปลงความค่าสถิติจาก Group Statistic และค่ากลางสุดท้ายของกลุ่มโดยวิธี K-mean Clustering Analysis (K-mean Final Cluster Centers)

4. วิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม โดยใช้ค่าที่ได้จากการแปลงค่ากลุ่มข้อมูลกับค่าตัวแปรจริง ด้วยวิธี Discriminant Analysis

4) ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ

สำหรับการวิเคราะห์ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ สามารถทำได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เลือก Geoprocessing wizard ซึ่งเป็น Extension ของโปรแกรม ArcView 3.2
2. ทำ Assign Data by location (Spatial Join) ระหว่างข้อมูลหมู่บ้าน และข้อมูลแหล่งน้ำที่อยู่ในรูปของ Vector file
3. หาค่าเฉลี่ยของระยะห่างจากแหล่งน้ำที่ได้ในระดับตำบล
4. นำค่าเฉลี่ยของระยะห่างจากแหล่งน้ำที่ได้มาทำการ Standardized ข้อมูล
5. นำข้อมูล Standardized ของมาวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มเป็น 4 กลุ่มตามระดับของพื้นที่เสี่ยงแล้ง โดยวิธี K-mean Clustering Analysis
6. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล(Recode) ที่ได้จากการทำ K-mean clustering Analysis โดยการแปลงความค่าสถิติจาก Group Statistic และค่ากลางสุดท้ายของกลุ่มโดยวิธี K-mean Clustering Analysis (K-mean Final Cluster Centers)
7. วิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม โดยใช้ค่าที่ได้จากการแปลงค่ากลุ่มข้อมูลกับค่าตัวแปรจริง ด้วยวิธี Discriminant Analysis

6.4.4 การจัดทำแผนที่ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ

หลังจากได้ดัชนีทั้ง 7 แล้วนำดัชนีแต่ละดัชนีมาทำการซ้อนทับกันเพื่อนำมาวิเคราะห์และจัดลำดับการพัฒนาโดยมีขั้นตอน (ภาพ 6-2) คือ

1. นำดัชนีอุปสงค์ ได้แก่ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำ และดัชนีเศรษฐกิจและดัชนีอุปทาน ได้แก่ ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน และดัชนีแหล่งน้ำ มาเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับตำบล

2. นำข้อมูลระดับตำบลของทั้ง 6 ดัชนี มาวิเคราะห์การจำแนกกลุ่มเป็น 4 กลุ่มตามระดับของสภาพเศรษฐกิจสังคม โดยทำการจำแนกกลุ่มทีละ 1 ตัวแปรปัจจัยโดยวิธี K-mean Clustering Analysis

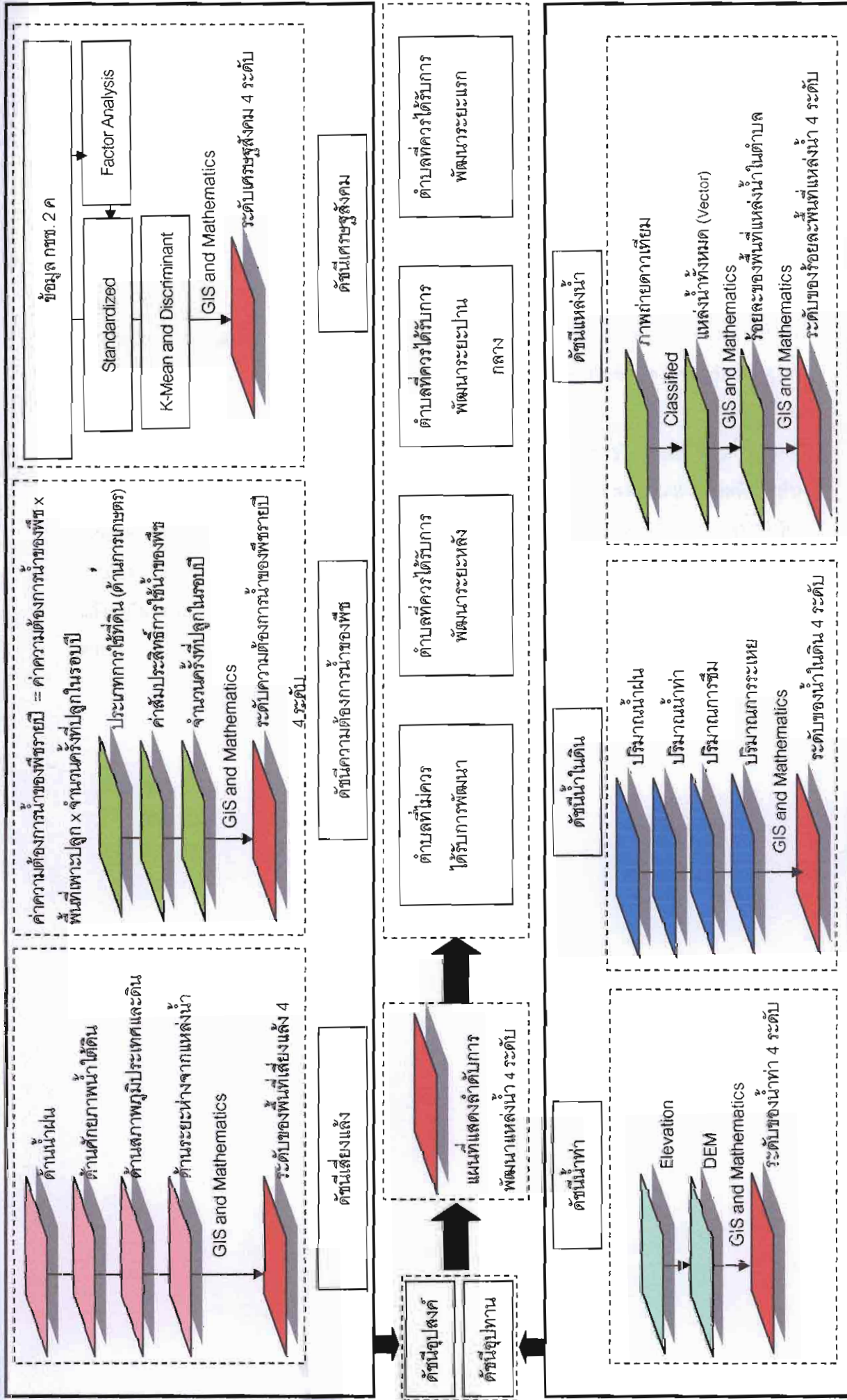
3. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล(Recode) ที่ได้จากการทำ K-mean clustering Analysis โดยการแปลความค่าสถิติจาก Group Statistic และค่ากลางสุดท้ายของกลุ่มโดยวิธี K-mean Clustering Analysis (K-mean Final Cluster Centers)

4. นำค่าที่ได้จากการแปลงค่ากลุ่มข้อมูลมาหาผลรวม และนำมาทำ Standardized ข้อมูล จากนั้นจึงนำมาจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธี K-mean Clustering Analysis

5. แปลงค่ากลุ่มข้อมูล (Recode) จากข้อมูลผลรวมที่ได้ทำการจำแนกกลุ่มเรียบร้อยแล้ว

6. วิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม โดยใช้ค่าที่ได้จากการแปลงค่ากลุ่มข้อมูลผลรวมกับค่าตัวแปรจริง โดยทำการจำแนกกลุ่มทีละ 1 กลุ่มปัจจัยด้วยวิธี Discriminant Analysis

7. นำข้อมูลที่ได้มาเชื่อมต่อกับแผนที่ระดับตำบลผลสุดท้ายได้ได้แผนที่ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล 4 ระดับคือ ระดับที่ 1 ตำบลที่ไม่ควรได้รับการพัฒนา ระดับที่ 2 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะหลัง ระดับที่ 3 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะปานกลาง และระดับที่ 4 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะแรก



6.5 ผลการวิเคราะห์

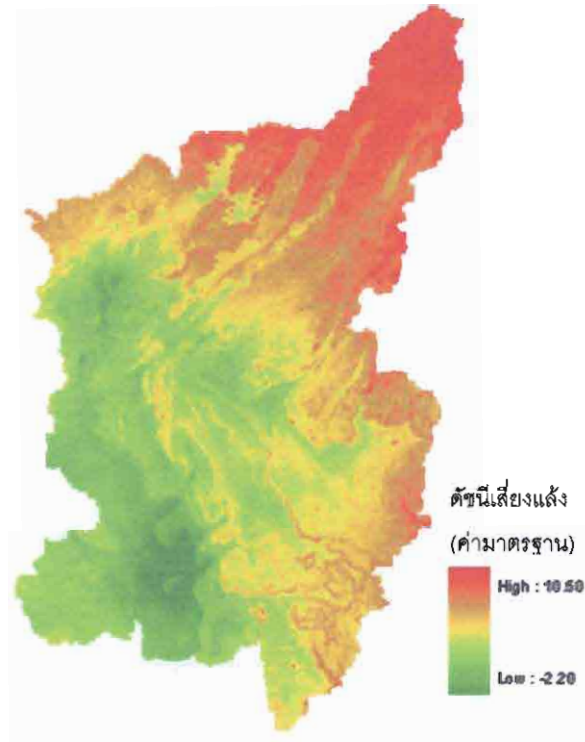
ผลการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม ในการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล โดยใช้ดัชนีทั้ง 7 ได้ผลดังนี้

6.5.1 ดัชนีอุปสงค์

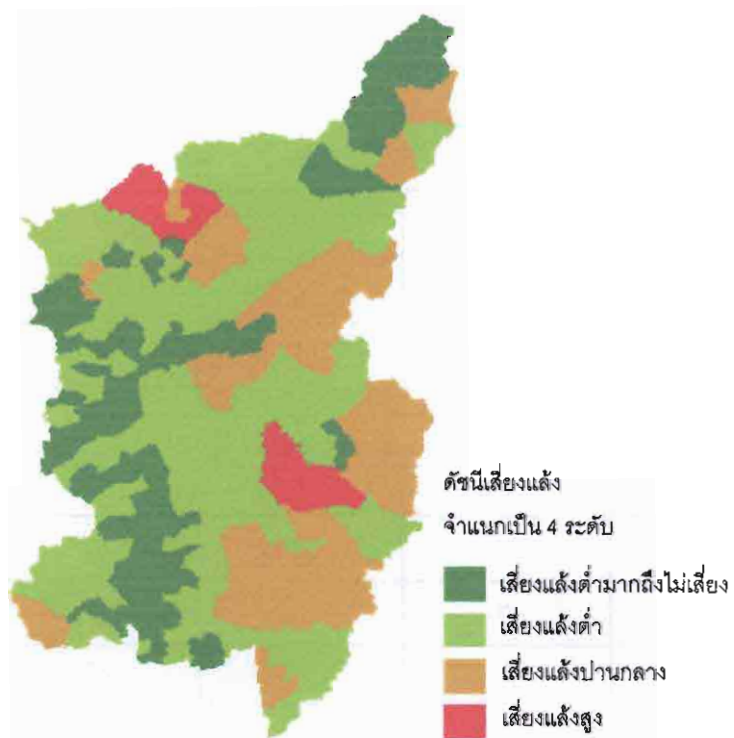
ดัชนีเสี่ยงแล้ง

ผลจากการวิเคราะห์ดัชนีเสี่ยงแล้งจากวิธีการจำแนกกลุ่ม (สมการ 6-5) นั้นโดยพิจารณาจากดัชนีทั้ง 4 ด้าน (15 ตัวแปร) ได้แก่ ความเสี่ยงแล้งด้านน้ำฝน ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ด้านสภาพภูมิประเทศและดิน และด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตำบลของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 156 ตำบล แบ่งเป็นตำบลในจังหวัดพิษณุโลก 93 ตำบล และจังหวัดอุตรดิตถ์ 63 ตำบล ดังภาพ 6-3 และตาราง 6-7

จากตาราง 6-7 เมื่อจำแนกระดับเสี่ยงแล้งของตำบลที่ได้จากการวิเคราะห์ในสมการ 6-5 ออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม (ภาพ 6-4) พบว่ามีตำบลทั้งสิ้น 3 ตำบลที่มีระดับเสี่ยงแล้งสูงถึงระดับ 4 ได้แก่ ตำบลหนองกะท้าว อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ตำบลน้ำหมัน อำเภอท่าปลา และตำบลท่าปลา อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ ส่วนของตำบลที่มีระดับเสี่ยงแล้งอยู่ในระดับ 3 มีทั้งสิ้น 19 ตำบล แบ่งเป็น จังหวัดพิษณุโลก 13 ตำบล และจังหวัดอุตรดิตถ์ 6 ตำบล



ภาพ 6-3 ดัชนีเสี่ยงแล้งก่อนการวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม



ภาพ 6-4 ระดับดัชนีเสี่ยงแล้งหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ

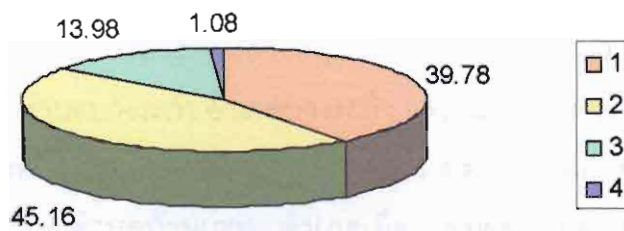
ตาราง 6-7 ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีเสี่ยงแล้งออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

ดัชนีเสี่ยงแล้ง	จำนวนตำบล			
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
จังหวัดพิษณุโลก				
อำเภอชาติตระการ	0	4	2	0
อำเภอนครไทย	1	4	5	1
อำเภอบางกระทุ่ม	6	3	0	0
อำเภอนิมนะปราง	0	4	3	0
อำเภอบางระกำ	2	8	1	0
อำเภอพรหมพิราม	7	5	0	0
อำเภอเมือง	18	2	0	0
อำเภอวังทอง	1	8	2	0
อำเภอวัดโบสถ์	2	4	0	0
รวม	37	42	13	1
จังหวัดอุตรดิตถ์				
อำเภอตรอน	4	1	0	0
อำเภอทองแสนขัน	1	3	0	0
อำเภอท่าปลา	1	2	2	2
อำเภอน้ำปาด	0	5	1	0
อำเภอบ้านโคก	1	1	2	0
อำเภอพิชัย	7	4	0	0
อำเภอปากท่า	3	1	0	0
อำเภอเมืองอุตรดิตถ์	4	10	1	0
อำเภอลับแล	4	3	0	0
รวม	25	30	6	2

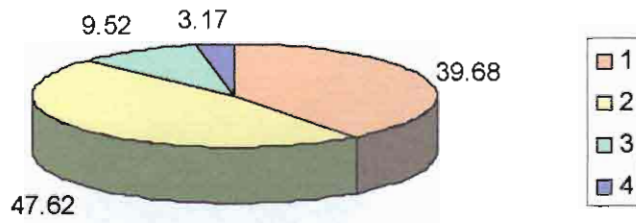
จากตาราง 6-7 เมื่อจำแนกระดับเสียงแล้งของตำบลที่ได้จากการวิเคราะห์ใน
สมการ 6-5 ออกเป็น 4 ระดับ พบว่าในจังหวัดพิษณุโลกมี ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 37
ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.78 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 42 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 45.16
ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 13 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 13.98 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4
จำนวน 1 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.08 ดังภาพ 6-5

ส่วนผลการวิเคราะห์ของจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่า มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 25
ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.68 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 30 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 47.62 ตำบล
ที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 6 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 9.52 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 2
ตำบล คิดเป็นร้อยละ 3.17 ดังภาพ 6-6

โดยที่ ระดับที่ 1 หมายถึงเสียงแล้งต่ำมากถึงไม่เสียง
ระดับที่ 2 หมายถึงเสียงแล้งต่ำ
ระดับที่ 3 หมายถึงเสียงแล้งปานกลาง
ระดับที่ 4 หมายถึงเสียงแล้งสูง



ภาพ 6-5 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเสียงแล้งในจังหวัดพิษณุโลก

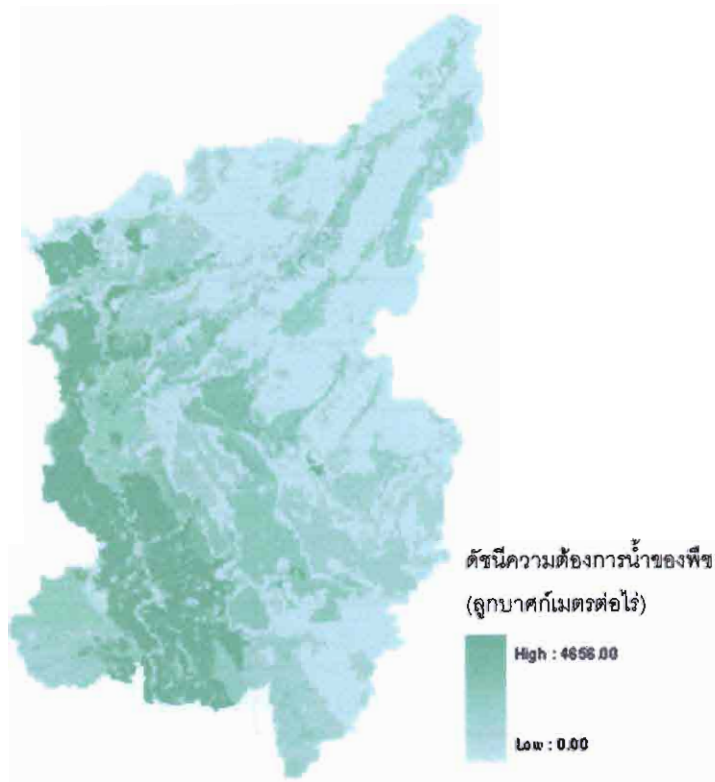


ภาพ 6-6 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเสี่ยงแล้งในจังหวัดอุดรธานี

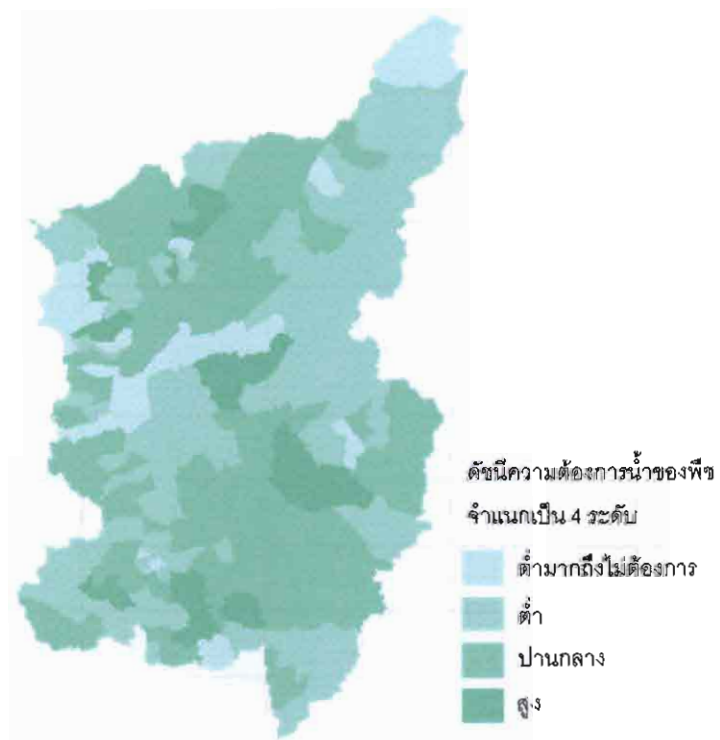
ดัชนีความต้องการน้ำของพืช

ผลการศึกษาดัชนีความต้องการน้ำของพืชโดยการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่เกษตรแต่ละประเภทพร้อมทั้งหาเนื้อที่ของพื้นที่เพาะปลูกของแต่ละตำบล จากนั้นคูณด้วยจำนวนครั้งที่ปลูกในรอบปี (สมการ 6-6) ซึ่งในส่วนของจำนวนครั้งที่มีการปลูกในรอบปีเป็นข้อมูลที่ได้มาจากข้อมูล ภชช 2ค ที่จัดเก็บในปี 2546 ได้ผลดังภาพ 6-7

- จากตาราง 6-8 พบว่าหลังการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม ออกเป็น 4 ระดับ (ภาพ 6-8) พบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีตำบลที่มีการเพาะปลูกพืชที่มีความต้องการใช้น้ำมากทั้งสิ้น 7 ตำบล ได้แก่ ตำบลบ้านดง อำเภอชาติตระการ ตำบลหนองกะท้าว อำเภอนครไทย ตำบลแม่ระกา อำเภอวังทอง ตำบลท่าหมื่นราม และตำบลวังพิรุณ อำเภอวังทอง ตำบลนครป่าหมาก อำเภอบางกระทุ่ม และสุดท้าย ตำบลบางระกำ อำเภอบางระกำ และในส่วนของจังหวัดอุดรธานี พบว่ามีตำบลที่มีการเพาะปลูกพืชที่มีความต้องการใช้น้ำมากทั้งสิ้น 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลท่าปลา อำเภอท่าปลา ตำบลแสนตอ และตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมืองอุดรธานี และ ตำบลวังแดง อำเภอรอน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ที่พบว่ามีความต้องการใช้น้ำของพืชในปริมาณที่สูงนั้นจะมีจำนวนรอบในการเพาะปลูกมากกว่า 1 ครั้ง และมีเนื้อที่รวมในระดับตำบลที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชมาก



ภาพ 6-7 ดัชนีความต้องการน้ำของพืชก่อนการวิเคราะห้ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม



ภาพ 6-8 ความต้องการน้ำของพืชหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ

ตาราง 6-8 ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีความต้องการน้ำของพืชออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

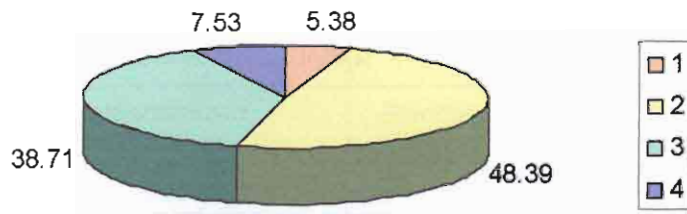
ดัชนีความต้องการน้ำของพืช	จำนวนตำบล			
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
จังหวัดพิษณุโลก				
อำเภอชาติตระการ	0	3	2	1
อำเภอนครไทย	1	5	4	1
อำเภอบางกระทุ่ม	2	3	3	1
อำเภอเนินมะปราง	0	4	3	0
อำเภอบางระกำ	0	7	3	1
อำเภอพรหมพิราม	0	6	6	0
อำเภอเมือง	2	11	7	0
อำเภอวังทอง	0	2	6	3
อำเภอวัดโบสถ์	0	4	2	0
รวม	5	45	36	7
จังหวัดอุตรดิตถ์				
อำเภอตรอน	2	1	1	1
อำเภอทองแสนขัน	1	0	3	0
อำเภอท่าปลา	1	1	4	1
อำเภอน้ำปาด	0	4	2	0
อำเภอบ้านโคก	1	3	0	0
อำเภอพิชัย	5	2	4	0
อำเภอฟากท่า	1	2	1	0
อำเภอเมืองอุตรดิตถ์	2	6	5	2
อำเภอลับแล	5	2	0	0
รวม	18	21	20	4

เมื่อจำแนกระดับของความต้องการน้ำของพืช ของตำบลที่ได้จากการวิเคราะห์ในสมการ 6-6 ออกเป็น 4 ระดับ พบว่าในจังหวัดพิษณุโลกมี ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 5 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 5.38 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 45 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 48.39 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 36 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 38.71 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 7 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 7.53 ดังภาพ 6-9

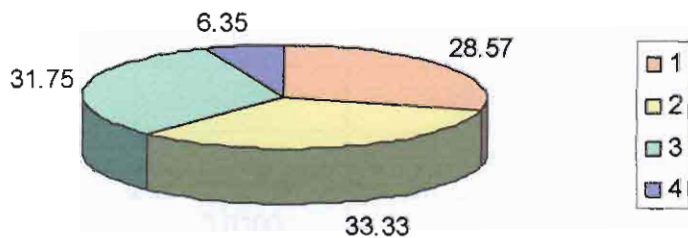
ส่วนผลการวิเคราะห์ของจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่า มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 18 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 28.57 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 21 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 33.33 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 20 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 31.75 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 6.35 ดังภาพ 6-10

โดยที่

- ระดับที่ 1 หมายถึงมีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่ต้องการ
- ระดับที่ 2 หมายถึงมีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำ
- ระดับที่ 3 หมายถึงมีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับปานกลาง
- ระดับที่ 4 หมายถึงมีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับที่สูง



ภาพ 6-9 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีความต้องการน้ำของพืชในจังหวัดพิษณุโลก



ภาพ 6-10 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีความต้องการน้ำของพืชในจังหวัดอุดรธานี

ดัชนีเศรษฐกิจสังคม

สำหรับดัชนีเศรษฐกิจสังคมได้มีการรวบรวมข้อมูลในระดับหมู่บ้าน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บของกระทรวงมหาดไทย ซึ่งก็คือข้อมูลความจำเป็นขั้นพื้นฐานระดับหมู่บ้าน (กชช 2ค) หลังจากทำการตรวจสอบข้อมูลและปรับแก้ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โดยตัวแปรมีทั้งสิ้น 56 ตัวแปร ประกอบด้วย ตัวแปรที่มาจากข้อมูลดิบ ได้แก่ ข้อมูลประเภทรายได้ ตัวแปรที่มาจากข้อมูลร้อยละ ได้แก่ ข้อมูลจำนวนครัวเรือนในแต่ละอาชีพ ข้อมูลเนื้อที่ของการเพาะปลูกแต่ละประเภทการเพาะปลูกเมื่อเทียบกับเนื้อที่ของการเพาะปลูกทั้งหมดในระดับตำบล และตัวแปรที่มาจากข้อมูลเทียม (Dummy Variables) ได้แก่ ข้อมูลความเพียงพอของแหล่งน้ำในการเพาะปลูก และข้อมูลความเพียงพอของแหล่งน้ำที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง (ภาพ 6-11)

ตาราง 6-9 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์พหุคูณสำหรับใช้ในการกำหนดดัชนีเศรษฐกิจสังคมโดยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม

ตัวแปรในรูป ค่ามาตรฐาน	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	2.4800	0.0090		0.0000	0.000*
zR2	0.0053	0.0090	0.0060	0.5480	0.548
zR3	-0.0516	0.0090	-0.0560	0.0000	0.000*
zR4	-0.0309	0.0090	-0.0330	0.0010	0.001*
zR5	-0.0302	0.0100	-0.0330	0.0030	0.003*
zR6	0.0068	0.0100	0.0070	0.4750	0.475
zR7	-0.0067	0.0090	-0.0070	0.4520	0.452
zR8	-0.0299	0.0090	-0.0320	0.0010	0.001*
zP48	-0.1320	0.0120	-0.1420	0.0000	0.000*
zP49	0.0572	0.0100	0.0620	0.0000	0.000*
zP50	0.0641	0.0090	0.0690	0.0000	0.000*
zP54	0.1050	0.0090	0.1130	0.0000	0.000*
zP55	-0.0554	0.0090	-0.0600	0.0000	0.000*
zP9	-0.1150	0.0100	-0.1240	0.0000	0.000*
zP10	-0.1060	0.0100	-0.1140	0.0000	0.000*
zP11	-0.1090	0.0100	-0.1170	0.0000	0.000*
zP12	-0.0384	0.0090	-0.0410	0.0000	0.000*
zP13	-0.1370	0.0110	-0.1480	0.0000	0.000*
zP15	-0.1710	0.0120	-0.1850	0.0000	0.000*
zP16	0.1160	0.1060	0.1250	0.2760	0.276
zP17	0.0330	0.0680	0.0360	0.6280	0.628

ตาราง 6-9 (ต่อ)

ตัวแปรในรูป ค่ามาตรฐาน	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
zP18	0.0579	0.0730	0.0620	0.4250	0.425
zP19	0.0496	0.0700	0.0540	0.4750	0.475
zP20	0.0062	0.0410	0.0070	0.8790	0.879
zP21	-0.2830	0.1520	-0.3050	0.0630	0.063
zP22	-0.2240	0.1380	-0.2420	0.1060	0.106
zP23	-0.0941	0.0640	-0.1010	0.1430	0.143
zP24	-0.0466	0.0320	-0.0500	0.1500	0.150
zP25	-0.1980	0.0330	-0.2130	0.0000	0.000*
zP26	-0.0722	0.0130	-0.0780	0.0000	0.000*
zP28	-0.1430	0.0310	-0.1540	0.0000	0.000*
zP30	-0.1100	0.0420	-0.1180	0.0090	0.009*
zP31	-0.0651	0.0420	-0.0700	0.1190	0.119
zP32	0.0057	0.0320	0.0060	0.8570	0.857
zP34	-0.0604	0.0130	-0.0650	0.0000	0.000*
zP36	-0.1070	0.0130	-0.1160	0.0000	0.000*
zP39	0.0013	0.0100	0.0010	0.8960	0.896
zP41	-0.0397	0.0110	-0.0430	0.0000	0.000*
zP2	-0.1550	0.0100	-0.1680	0.0000	0.000*
zP3	-0.1710	0.0090	-0.1850	0.0000	0.000*
zP4	-0.1620	0.0100	-0.1750	0.0000	0.000*
zP5	-0.1330	0.0090	-0.1430	0.0000	0.000*
zW1	-0.0616	0.0090	-0.0660	0.0000	0.000*

ตาราง 6-9 (ต่อ)

ตัวแปรในรูป ค่ามาตรฐาน	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
zW2	-0.1290	0.0090	-0.1390	0.0000	0.000*
zW3	-0.0466	0.0090	-0.0500	0.0000	0.000*
zP6	0.0928	0.0150	0.1000	0.0000	0.000*
zP8	0.0953	0.0210	0.1030	0.0000	0.000*
zP44	-0.0388	0.0120	-0.0420	0.0010	0.001*
zP46	0.0177	0.0220	0.0190	0.4180	0.418
zP47	-0.0863	0.0200	-0.0930	0.0000	0.000*
zD8_0	-0.1330	0.1020	-0.1440	0.1920	0.192
zD8_1	-0.0601	0.1200	-0.0650	0.6180	0.618
zD8_2	-0.1520	0.1130	-0.1640	0.1810	0.181
zD8_3	-0.0412	0.0290	-0.0440	0.1550	0.155
zD9_1	-0.0948	0.0110	-0.1020	0.0000	0.000*
zD9_2	-0.0824	0.0110	-0.0890	0.0000	0.000*
zD9_3	-0.0106	0.0090	-0.0110	0.2490	0.249

ค่า $R = 0.936$, $R^2 = 0.876$, $*p < 0.05$

โดยที่

- zR2 หมายถึงค่ามาตรฐานของรายได้ของครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุสั้น
- zR3 หมายถึงค่ามาตรฐานของรายได้ของครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุยาว
- zR4 หมายถึงค่ามาตรฐานของรายได้ของครัวเรือนที่ทำสวนผลไม้
- zR5 หมายถึงค่ามาตรฐานของรายได้ของครัวเรือนที่ทำสวนผัก
- zR6 หมายถึงค่ามาตรฐานของรายได้จากการทำเกษตรฤดูแล้ง
- zR7 หมายถึงค่ามาตรฐานของรายได้ของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรับจ้าง

- zR8 หมายถึงค่ามาตรฐานของอัตราค่าจ้างทั่วไป
- zP48 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่มีที่ดินทำกินเองไม่ต้องเช่า
- zP49 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่มีที่ดินของตนเอง และเช่าเพิ่มบางส่วน
- zP50 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนไม่มีที่ดินทำกินต้องเช่าทั้งหมด
- zP54 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรับจ้าง
- zP55 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของจำนวนคนอายุ 18-60 ปี ที่มีการประกอบอาชีพและมีรายได้
- zP9 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพเกษตร
- zP10 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพเพาะปลูก
- zP11 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของครัวเรือนที่ทำเกษตรในบ้าน
- zP12 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพเกษตรผสมผสาน
- zP13 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละเนื้อที่ทำนาทั้งหมด/เนื้อที่ทำเกษตร
- zP15 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของครัวเรือนที่ทำนา
- zP16 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ทำนาไม่เกิน 5 ไร่/ครัวเรือนที่ทำนา
- zP17 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ทำนาไม่เกิน 6-11 ไร่
- zP18 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของครัวเรือนที่ทำนา 11-20 ไร่
- zP19 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ทำนา 21-50 ไร่
- zP20 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ทำนามากกว่า 50 ไร่
- zP21 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ทำนาปีละ 1 ครั้ง
- zP22 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ทำนาปีละ 2 ครั้ง
- zP23 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ทำนาปีละ 3 ครั้ง
- zP24 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุสั้น/ครัวเรือนทั้งหมด
- zP25 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุสั้น
- zP26 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละเนื้อที่เพาะปลูกพืชไร่อายุสั้น
- zP28 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละเนื้อที่ปลูกพืชไร่อายุยาว
- zP30 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุยาว
- zP31 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุยาว

- zP32 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละเนื้อที่เพาะปลูกพืชไร่อายุยาว
- zP34 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละเนื้อที่สวนผลไม้
- zP36 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ทำสวนผลไม้
- zP39 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละเนื้อที่ทำสวนผัก
- zP41 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนทำสวนผัก
- zP2 หมายถึงค่ามาตรฐานของเปอร์เซ็นต์จำนวนบ่อน้ำต้นสวนตัวที่ใช้การได้
- zP3 หมายถึงค่ามาตรฐานของเปอร์เซ็นต์จำนวนบ่อน้ำต้นสาธารณะที่ใช้การได้
- zP4 หมายถึงค่ามาตรฐานของเปอร์เซ็นต์จำนวนบ่อบาดสวนตัวที่ใช้การได้
- zP5 หมายถึงค่ามาตรฐานของเปอร์เซ็นต์จำนวนบ่อบาดสาธารณะที่ใช้การได้
- zW1 หมายถึงค่ามาตรฐานของจำนวน ทะเลสาบ บึง + เขื่อน อ่างเก็บน้ำ
- zW2 หมายถึงค่ามาตรฐานของจำนวน แม่น้ำ + คลอง ลำห้วย + คลองส่งน้ำ ฝาย ทำนบ ประตุน้ำ
- zW3 หมายถึงค่ามาตรฐานของจำนวน หนองน้ำ+สระน้ำ
- zP6 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของเนื้อที่เพาะปลูกที่มีน้ำไม่เพียงพอ
- zP8 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่มีน้ำสำหรับเพาะปลูก ไม่เพียงพอ
- zP44 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละเนื้อที่ทำเกษตรฤดูแล้ง
- zP46 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ทำเกษตรฤดูแล้ง
- zP47 หมายถึงค่ามาตรฐานของร้อยละครัวเรือนที่ปลูกพืชไร่อายุสั้นฤดูแล้ง
- zD8_0 หมายถึงค่ามาตรฐานของน้ำสำหรับเพาะปลูกไม่เพียงพอ
- zD8_1 หมายถึงค่ามาตรฐานของน้ำสำหรับเพาะปลูกเพียงพอเฉพาะฤดูฝน
- zD8_2 หมายถึงค่ามาตรฐานของน้ำสำหรับเพาะปลูกเพียงพอตลอดปี
- zD8_3 หมายถึงค่ามาตรฐานของไม่ได้ใช้แหล่งน้ำในการทำเกษตรฤดูแล้ง
- zD9_1 หมายถึงค่ามาตรฐานของการใช้แหล่งน้ำผิวดินในการทำเกษตรฤดูแล้ง
- zD9_2 หมายถึงค่ามาตรฐานของการใช้แหล่งน้ำใต้ดินในการทำเกษตรฤดูแล้ง
- zD9_3 หมายถึงค่ามาตรฐานของการใช้น้ำที่เหลือค้างในไร่นา หรือน้ำฝนในการทำเกษตรฤดูแล้ง

จากตาราง 6-9 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ตัวแปรทั้ง 56 ตัวแปรสามารถทำนายดัชนีเศรษฐกิจสังคมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อดัชนีเศรษฐกิจสังคมมาก ได้แก่ ร้อยละครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรับจ้าง รองลงมาได้แก่ ร้อยละครัวเรือนไม่มีที่ทำกินต้องเช่าทั้งหมด ร้อยละของเนื้อที่เพาะปลูกที่มีน้ำไม่เพียงพอ ร้อยละครัวเรือนที่มีที่ดินของตนเองและเช่าเพิ่มบางส่วน และร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่มีน้ำสำหรับเพาะปลูกไม่เพียงพอ สำหรับตัวแปรทั้ง 56 นั้นสามารถใช้ร่วมกันอธิบายดัชนีเศรษฐกิจสังคมของพื้นที่ได้ร้อยละ 87.6 และสามารถนำมาสร้างเป็นสมการพยากรณ์พหุคูณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปค่ามาตรฐาน เพื่อกำหนดระดับของดัชนีเศรษฐกิจสังคมจากการวิเคราะห์โดยใช้สถิติจำแนกกลุ่ม (ภาพ 6-12) ดังสมการ 6-15

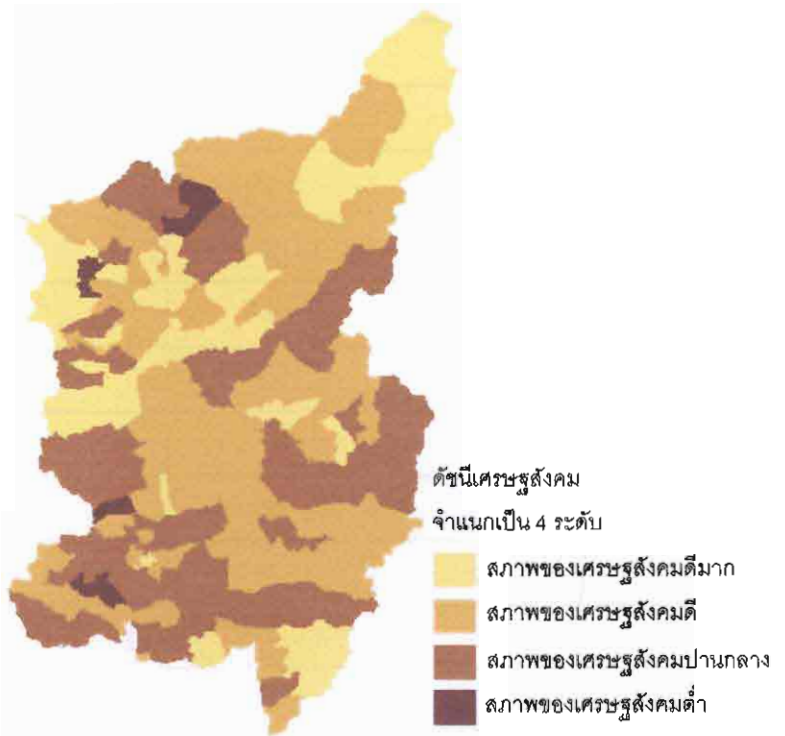
$$\begin{aligned} \text{ดัชนีเศรษฐกิจสังคม} = & (zR2 * 0.0057) + (zR3 * -0.0557) + (zR4 * -0.0333) + (zR5 * -0.0326) \\ & + (zR6 * 0.0074) + (zR7 * -0.0072) + (zR8 * -0.0323) + (zP48 * -0.1422) + (zP49 * \\ & 0.0617) + (zP50 * 0.0692) + (zP54 * 0.1131) + (zP55 * -0.0598) + (zP9 * -0.124) + (zP10 \\ & * -0.1143) + (zP11 * -0.1175) + (zP12 * -0.0414) + (zP13 * -0.1482) + (zP15 * -0.1847) + \\ & (zP16 * 0.125) + (zP17 * 0.0356) + (zP18 * 0.0625) + (zP19 * 0.0536) + (zP20 * 0.0067) \\ & + (zP21 * -0.3049) + (zP22 * -0.2415) + (zP23 * -0.1015) + (zP24 * -0.0503) + (zP25 * - \\ & 0.2133) + (zP26 * -0.0779) + (zP28 * -0.1545) + (zP30 * -0.1184) + (zP31 * -0.0703) + \\ & (zP32 * 0.0061) + (zP34 * -0.0652) + (zP36 * -0.1156) + (zP39 * 0.0015) + (zP41 * - \\ & 0.0428) + (zP2 * -0.1676) + (zP3 * -0.1847) + (zP4 * -0.1749) + (zP5 * -0.1432) + (zw1 * \\ & -0.0665) + (zw2 * -0.1387) + (zw3 * -0.0503) + (zP6 * 0.1001) + (zP8 * 0.1028) + (zP44 * \\ & -0.0419) + (zP46 * 0.0191) + (zP47 * -0.0931) + (zD8_0 * -0.1439) + (zD8_1 * -0.0648) + \\ & (zD8_2 * -0.1639) + (zD8_3 * -0.0444) + (zD9_1 * -0.1023) + (zD9_2 * -0.0889) + (zD9_3 \\ & * -0.0115) \end{aligned} \quad (\text{สมการ 6-15})$$

โดยที่

ดัชนีเศรษฐกิจสังคม หมายถึง ค่าคะแนนรวมของตัวแปรทั้ง 56 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสถานะเศรษฐกิจและสังคม ทางด้านการเกษตรและด้านทรัพยากรน้ำ



ภาพ 6-11 ดัชนีเศรษฐกิจสังคมก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม



ภาพ 6-12 ดัชนีเศรษฐกิจสังคมหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ

ตาราง 6-10 ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีเศรษฐกิจสังคมออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

ดัชนีเศรษฐกิจสังคม	จำนวนตำบล			
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
จังหวัดพิษณุโลก				
อำเภอชาติตระการ	1	3	2	0
อำเภอนครไทย	1	6	4	0
อำเภอบางกระพุ่ม	2	2	5	0
อำเภอเนินมะปราง	2	3	2	0
อำเภอบางระกำ	0	5	5	1
อำเภอพรหมพิราม	0	3	8	1
อำเภอเมือง	1	9	10	0
อำเภอลำทะเมนชัย	0	4	7	0
อำเภอวัดโบสถ์	1	5	0	0
รวม	8	40	43	2
จังหวัดอุดรธานี				
อำเภอรัตนวาปี	2	2	1	0
อำเภอหนองแสง	2	2	0	0
อำเภอท่าปลา	1	2	3	1
อำเภอน้ำปาด	2	4	0	0
อำเภอบ้านดุง	4	0	0	0
อำเภอพิชัย	9	0	2	0
อำเภอปากซอ	2	2	0	0
อำเภอเมืองอุดรธานี	6	7	1	1
อำเภอโนนสัง	6	1	0	0
รวม	34	20	7	2

จากตาราง 6-10 พบว่าผลการวิเคราะห์การจัดระดับของดัชนีเศรษฐกิจสังคมออกเป็น 4 ระดับ จังหวัดพิษณุโลกมีตำบลที่มีระดับของดัชนีเศรษฐกิจสังคมในระดับ 4 ทั้งสิ้น 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลท่าช้าง อำเภอพรหมพิราม และตำบลบางระกำ อำเภอบางระกำ ในส่วนของจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่ามีทั้งสิ้น 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลท่าปลา อำเภอท่าปลา และตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมืองอุตรดิตถ์

ค่าตัวแปรตามระดับคะแนน ตามวิธีการใช้สถิติการจำแนกกลุ่มพบว่าจังหวัดพิษณุโลกซึ่งมีตำบลทั้งหมด 93 ตำบลนั้น มีผลการวิเคราะห์ด้วยการใช้สถิติการจำแนกกลุ่มในระดับที่ 1 มี 8 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 8.60 ระดับที่ 2 มีจำนวน 40 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 43.01 ระดับที่ 3 มีจำนวน 43 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 46.24 และระดับที่ 4 มีจำนวน 2 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 2.15 ดังภาพ 6-13

ส่วนผลการวิเคราะห์ดัชนีเศรษฐกิจสังคมของจังหวัดอุตรดิตถ์ซึ่งมีตำบลทั้งหมด 63 ตำบล มีผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่มในระดับที่ 1 จำนวน 34 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 53.97 ระดับที่ 2 จำนวน 20 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 31.75 ระดับที่ 3 จำนวน 7 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 11.11 และระดับที่ 4 จำนวน 2 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 3.17 ดังภาพ 6-14

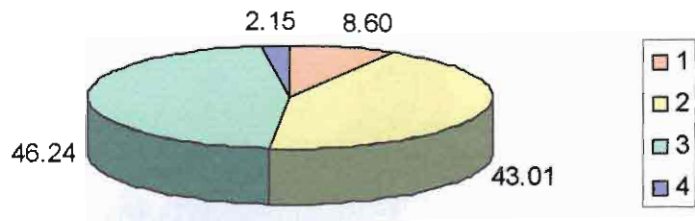
โดยที่

ระดับที่ 1 หมายถึงมีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดีมาก

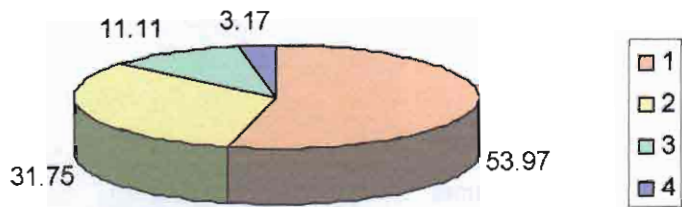
ระดับที่ 2 หมายถึงมีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดี

ระดับที่ 3 หมายถึงมีสภาพของเศรษฐกิจสังคมปานกลาง

ระดับที่ 4 หมายถึงมีสภาพของเศรษฐกิจสังคมต่ำ



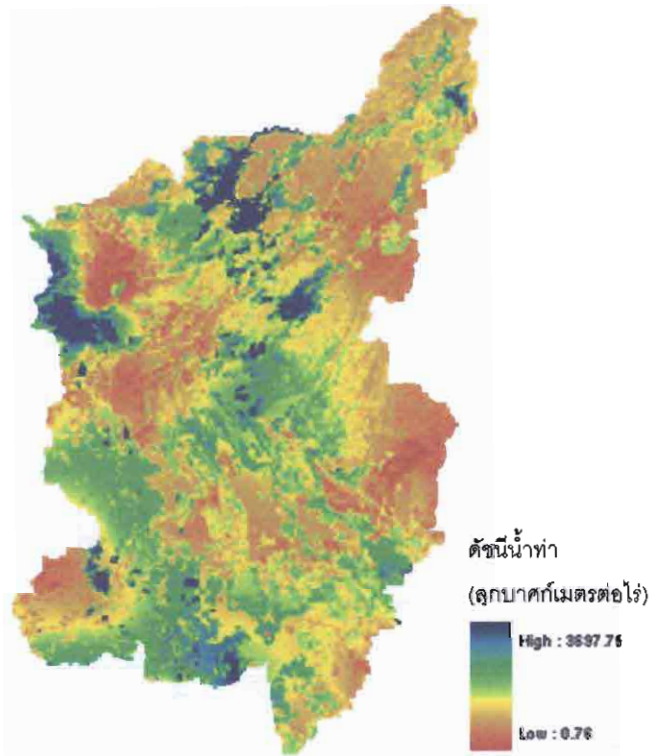
ภาพ 6-13 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเศรษฐกิจสังคมในจังหวัดพิษณุโลก



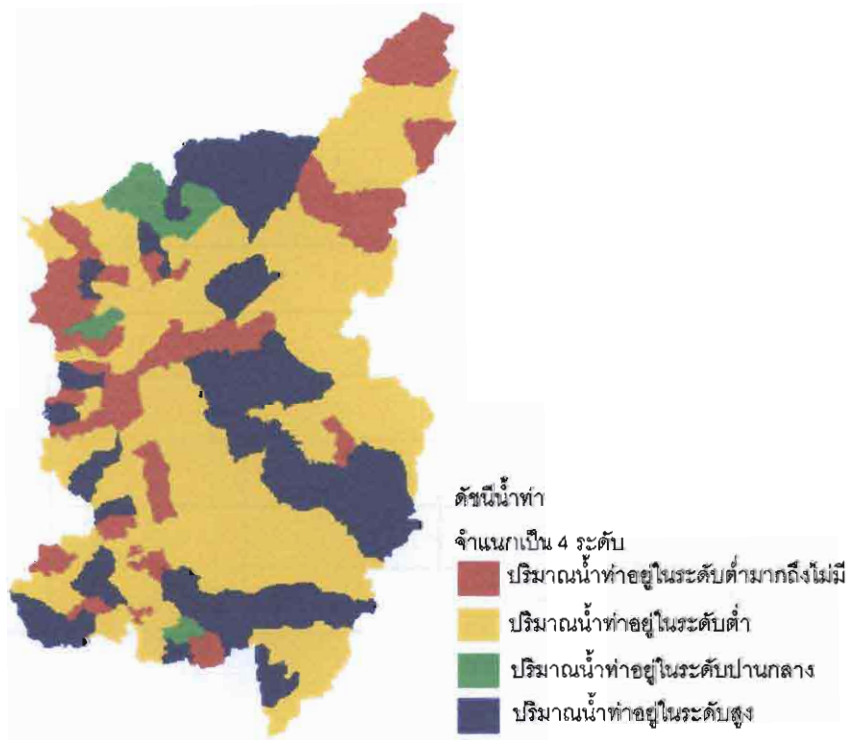
ภาพ 6-14 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเศรษฐกิจสังคมในจังหวัดอุดรธานี

6.5.2 ดัชนีอุปทาน

ดัชนีน้ำท่า



ภาพ 6-15 แผนที่ดัชนีน้ำท่าก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม



ภาพ 6-16 ดัชนีน้ำท่าหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ

ตาราง 6-11 ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีน้ำท่าออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

ดัชนีน้ำท่า	จำนวนตำบล			
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
จังหวัดพิษณุโลก				
อำเภอชาติตระการ	0	2	0	4
อำเภอนครไทย	1	7	0	3
อำเภอบางกระทุ่ม	2	5	1	1
อำเภอเนินมะปราง	0	4	0	3
อำเภอบางระกำ	2	5	0	4
อำเภอพรหมพิราม	2	7	0	3
อำเภอเมือง	6	14	0	0
อ้อเภอวังทอง	0	6	0	5
อำเภอวัดโบสถ์	2	4	0	0
รวม	15	54	1	23
จังหวัดอุตรดิตถ์				
อำเภอตรอน	3	1	1	0
อำเภอทองแสนขัน	1	3	0	0
อำเภอท่าปลา	0	2	2	3
อำเภอน้ำปาด	2	3	0	1
อำเภอบ้านโคก	2	2	0	0
อำเภอพิชัย	6	3	0	2
อำเภอปากท่า	1	3	0	0
อำเภอเมืองอุตรดิตถ์	5	7	0	3
อำเภอลับแล	6	1	0	0
รวม	26	25	3	9

เมื่อจำแนกระดับของน้ำท่า ของตำบลที่ได้จากการวิเคราะห์ในสมการ 6-7 ออกเป็น 4 ระดับ พบว่าในจังหวัดพิษณุโลกมี ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 15 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 16.13 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 54 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 58.06 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 1 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.08 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 23 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 24.73 ดังภาพ 6-17

ส่วนผลการวิเคราะห์ของจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่า มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 26 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 41.27 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 25 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.68 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 4.76 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 9 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 14.29 ดังภาพ 6-18

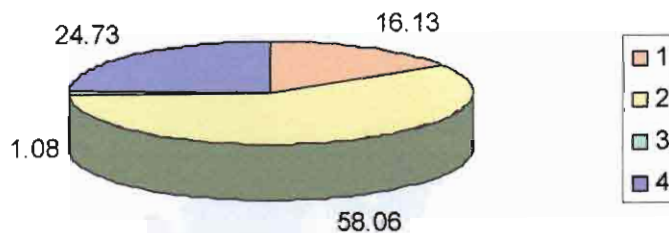
โดยที่

ระดับที่ 1 หมายถึงมีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่มี

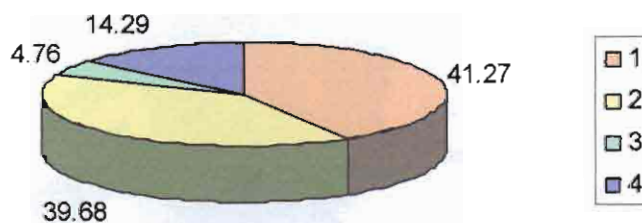
ระดับที่ 2 หมายถึงมีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำ

ระดับที่ 3 หมายถึงมีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับที่ 4 หมายถึงมีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับสูง



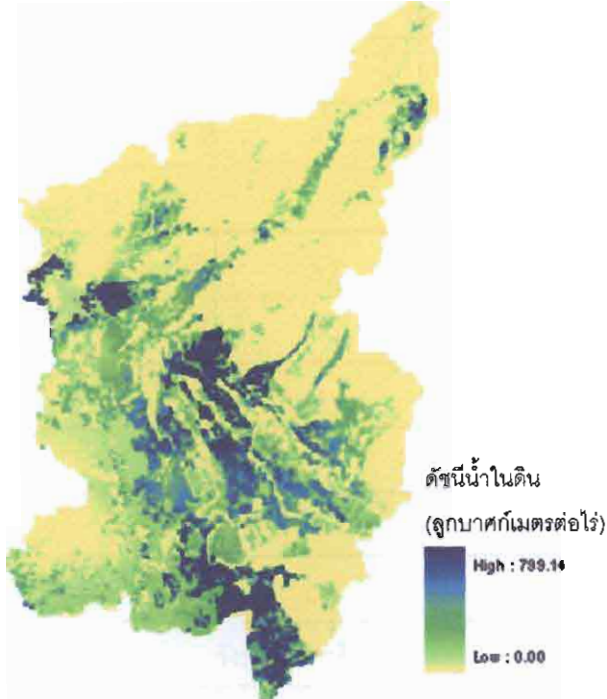
ภาพ 6-17 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำท่าของจังหวัดพิษณุโลก



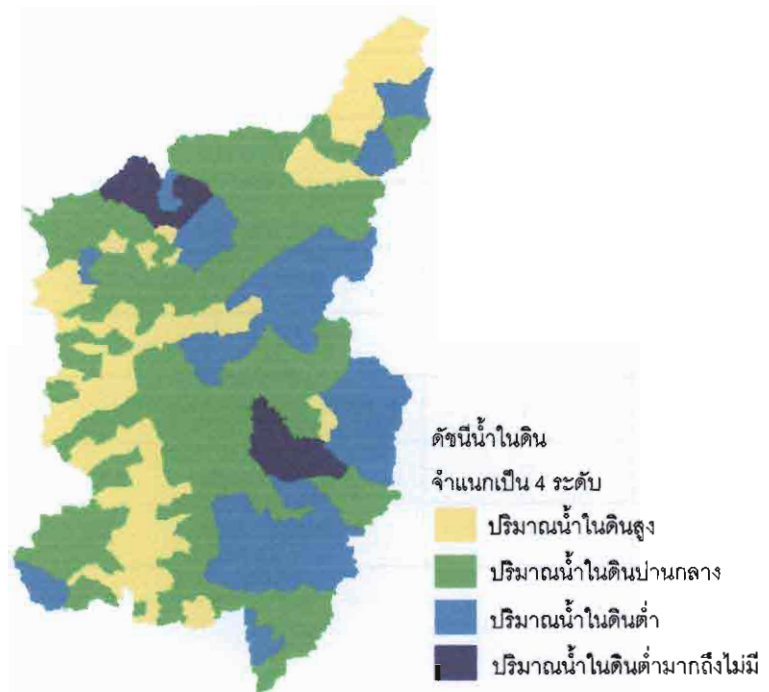
ภาพ 6-18 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำท่าของจังหวัดอุตรดิตถ์

ดัชนีน้ำในดิน

ดัชนีน้ำในดินที่วิเคราะห์ได้จากสมการ 6-8 (ภาพ 6-19) แสดงให้เห็นถึงสภาพของน้ำในดินที่เกิดขึ้นของพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ โดยพิจารณาจากตัวแปรปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการซึม ปริมาณการระเหย และปริมาณการซึมทั้งหมด



ภาพ 6-19 แผนที่ดัชนีน้ำในดินก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม



ภาพ 6-20 ดัชนีน้ำในดินหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ

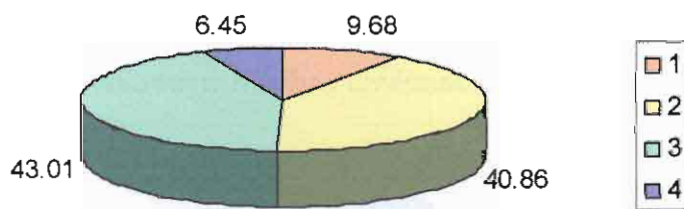
ตาราง 6-12 ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีน้ำในดินออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

ดัชนีน้ำในดิน	จำนวนตำบล			
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
จังหวัดพิษณุโลก				
อำเภอชาติตระการ	0	2	4	0
อำเภอนครไทย	4	1	5	1
อำเภอบางกระทุ่ม	1	4	2	2
อำเภอเนินมะปราง	0	2	5	0
อำเภอบางระกำ	2	5	4	0
อำเภอพรหมพิราม	1	6	5	0
อำเภอเมือง	1	7	10	2
อำเภอวังทอง	0	9	2	0
อำเภอวัดโบสถ์	0	2	3	1
รวม	9	38	40	6
จังหวัดอุตรดิตถ์				
อำเภอตรอน	0	1	1	3
อำเภอทองแสนขัน	0	1	2	1
อำเภอท่าปลา	2	2	2	1
อำเภอน้ำปาด	0	0	6	0
อำเภอบ้านโคก	0	0	2	2
อำเภอพิชัย	0	2	1	8
อำเภอฟากท่า	0	1	2	1
อำเภอเมืองอุตรดิตถ์	1	3	7	4
อำเภอลับแล	0	0	2	5
รวม	3	10	25	25

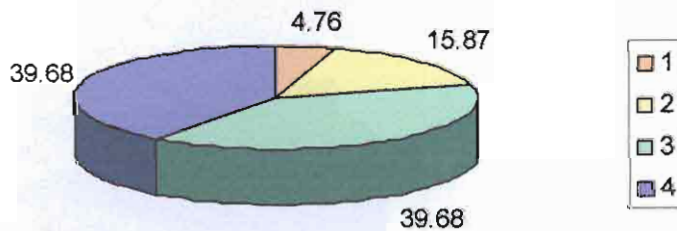
เมื่อจำแนกระดับของน้ำในดิน ของตำบลที่ได้จากการวิเคราะห์ในสมการ 6-8 ออกเป็น 4 ระดับ ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม (ภาพ 6-20) พบว่าในจังหวัดพิษณุโลกมี ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 9 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 9.68 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 38 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 40.86 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 40 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 43.01 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 6 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 6.45 ดังภาพ 6-21

ส่วนผลการวิเคราะห์ของจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่า มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 4.76 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 10 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.68 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 25 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.68 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 25 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.68 ดังภาพ 6-22

- โดยที่ ระดับที่ 1 หมายถึงมีปริมาณน้ำในดินสูง
 ระดับที่ 2 หมายถึงมีปริมาณน้ำในดินปานกลาง
 ระดับที่ 3 หมายถึงมีปริมาณน้ำในดินต่ำ
 ระดับที่ 4 หมายถึงมีปริมาณน้ำในดินต่ำมากถึงไม่มี



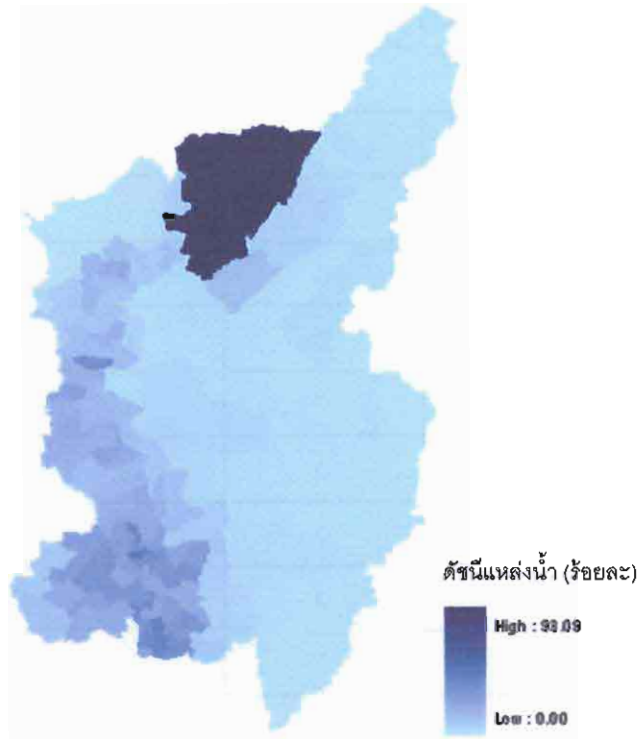
ภาพ 6-21 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำในดินของจังหวัดพิษณุโลก



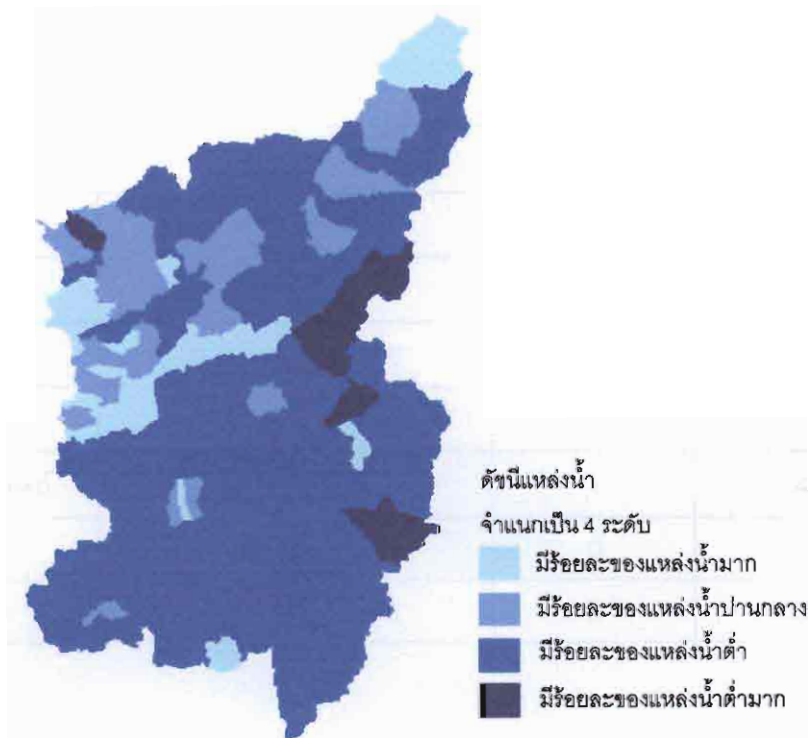
ภาพ 6-22 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำในดินของจังหวัดอุตรดิตถ์

ดัชนีแหล่งน้ำ

สำหรับดัชนีแหล่งน้ำที่ได้จากการคำนวณในสมการ 6-17 นั้นได้ผลดังภาพ 6-23



ภาพ 6-23 ดัชนีแหล่งน้ำก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม



ภาพ 6-24 ดัชนีแหล่งน้ำหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ

ตาราง 6-13 ผลการจัดลำดับดัชนีแหล่งน้ำน้ำออกเป็น 4 ระดับโดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

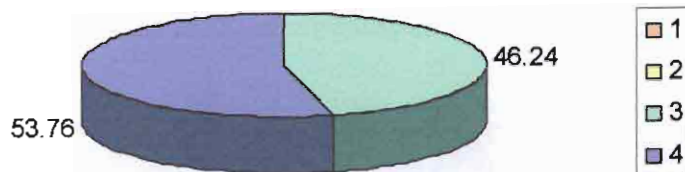
ระดับของดัชนีแหล่งน้ำ	จำนวนตำบล			
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
จังหวัดพิษณุโลก				
อำเภอชาติตระการ	0	0	0	6
อำเภอนครไทย	0	0	0	11
อำเภอบางกระพุ่ม	0	0	7	2
อำเภอเนินมะปราง	0	0	0	7
อำเภอบางระกำ	0	0	8	3
อำเภอพรหมพิราม	0	0	7	5
อำเภอเมือง	0	0	18	2
อําเภอวังทอง	0	0	3	8
อำเภอวัดโบสถ์	0	0	0	6
รวม	0	0	43	50
จังหวัดอุดรธานี				
อำเภอตรอน	0	0	0	5
อำเภอทองแสนขัน	0	0	0	4
อำเภอท่าปลา	3	1	0	3
อำเภอน้ำปาด	0	0	0	6
อำเภอบ้านโคก	0	0	0	4
อำเภอพิชัย	0	0	5	6
อำเภอฟากท่า	0	0	0	4
อำเภอเมืองอุดรธานี	0	0	1	14
อำเภอลับแล	0	0	0	7
รวม	3	1	6	53

จากตาราง 6-13 พบว่าเมื่อทำการหาร้อยละของเนื้อที่แหล่งน้ำเทียบกับพื้นที่เพาะปลูกของตำบล จากนั้นนำร้อยละที่ได้มาทำการจัดลำดับโดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ (ภาพ 6-24) โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม เมื่อจำแนกระดับของดัชนีแหล่งน้ำ ของตำบลที่ได้จากการวิเคราะห์ในสมการ 6-9 ออกเป็น 4 ระดับ พบว่าในจังหวัดพิษณุโลกมี ไม่มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ส่วนตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 43 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 46.24 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 50 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 53.76 ดังภาพ 6-25

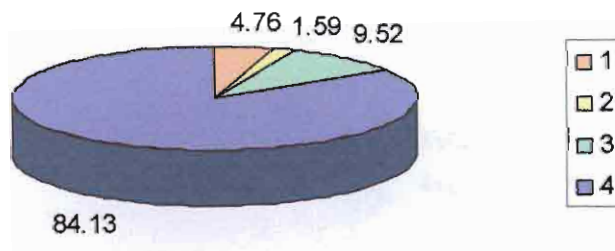
ส่วนผลการวิเคราะห์ของจังหวัดอุดรดิตถ์พบว่า มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 4.76 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 1 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.59 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 6 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 9.52 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 53 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 84.13 ดังภาพ 6-26

โดยที่

- ระดับที่ 1 หมายถึงมีร้อยละของแหล่งน้ำมาก (มากกว่า ร้อยละ 83.75)
- ระดับที่ 2 หมายถึงมีร้อยละของแหล่งน้ำปานกลาง (ร้อยละ 63.95 – 83.74)
- ระดับที่ 3 หมายถึงมีร้อยละของแหล่งน้ำต่ำ (ร้อยละ 8.77 - 63.94)
- ระดับที่ 4 หมายถึงมีร้อยละของแหล่งน้ำต่ำมาก (น้อยกว่า ร้อยละ 8.76)



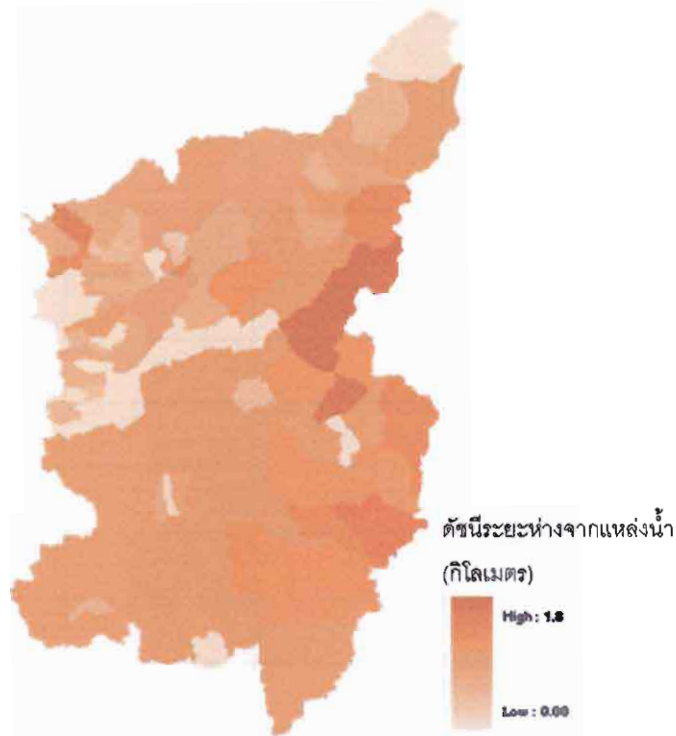
ภาพ 6-25 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีแหล่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก



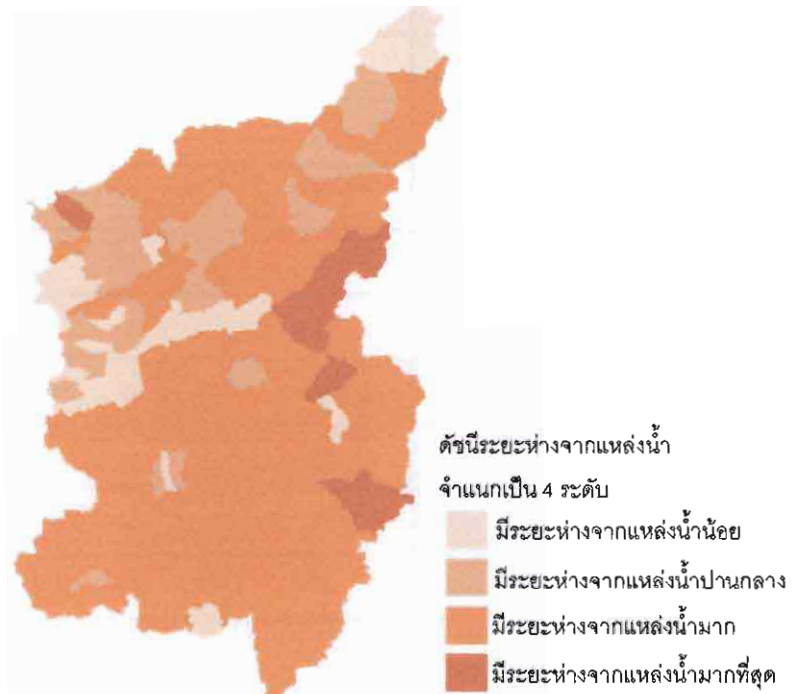
ภาพ 6-26 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีแหล่งน้ำของจังหวัดอุดรดิตถ์

ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ

สำหรับดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ วิเคราะห์ได้จากเครื่องมือ Geoprocessing Wizard ของโปรแกรม ArcView ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นค่าเฉลี่ยของระยะห่างจากแหล่งน้ำของตำบล (ภาพ 6-27) หน่วยเป็นกิโลเมตร



ภาพ 6-27 ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม



ภาพ 6-28 ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ

ตาราง 6-14 ผลการจัดลำดับดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำน้ำออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ	จำนวนตำบล			
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
จังหวัดพิษณุโลก				
อำเภอชาติตระการ	0	1	4	1
อำเภอนครไทย	1	0	8	2
อำเภอบางกระทุ่ม	2	0	7	0
อำเภอเนินมะปราง	0	0	7	0
อำเภอบางระกำ	0	1	10	0
อำเภอพรหมพิราม	0	0	12	0
อำเภอเมือง	0	0	20	0
อำเภอวังทอง	0	0	11	0
อำเภอวัดโบสถ์	1	2	3	0
รวม	4	4	82	3
จังหวัดอุตรดิตถ์				
อำเภอตรอน	2	2	1	0
อำเภอทองแสนขัน	1	1	2	0
อำเภอท่าปลา	0	2	5	0
อำเภอน้ำป่าด	0	1	5	0
อำเภอบ้านโคก	1	0	3	0
อำเภอพิชัย	7	4	0	0
อำเภอปากทำ	0	3	1	0
อำเภอเมืองอุตรดิตถ์	2	10	3	0
อำเภอลับแล	4	1	1	1
รวม	17	24	21	1

จากตาราง 6-14 เมื่อจำแนกระดับของดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำของตำบล ออกเป็น 4 ระดับ ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม (ภาพ 6-28) พบว่าในจังหวัดพิษณุโลก มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 4.30 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 4.30 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 82 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 88.17 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 3.23 ดังภาพ 6-29

ส่วนผลการวิเคราะห์ของจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่า มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 17 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 26.98 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 24 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 38.10 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 21 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 33.33 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 1 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.59 ดังภาพ 6-30

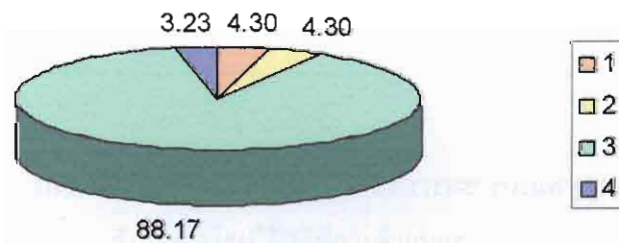
โดยที่

ระดับที่ 1 หมายถึงมีระยะห่างจากแหล่งน้ำน้อย

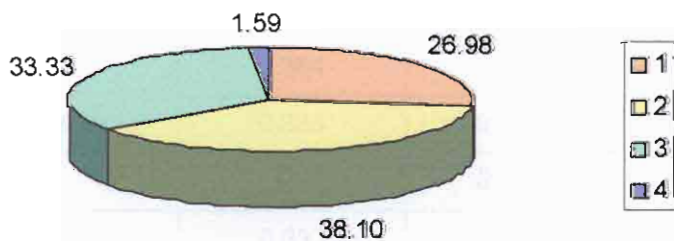
ระดับที่ 2 หมายถึงมีระยะห่างจากแหล่งน้ำปานกลาง

ระดับที่ 3 หมายถึงมีระยะห่างจากแหล่งน้ำมาก

ระดับที่ 4 หมายถึงมีระยะห่างจากแหล่งน้ำมากที่สุด



ภาพ 6-29 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก



ภาพ 6-30 ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำของจังหวัดอุตรดิตถ์

6.5.3 ผลการวิเคราะห์การลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล

เมื่อได้คะแนนของแต่ละดัชนีแล้ว จึงนำค่าที่ได้มาหาผลรวมเพื่อนำค่าผลรวมมาวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม โดยแบ่งลำดับของการพัฒนาออกเป็น 4 ลำดับด้วยกัน คือ ระดับที่ 1 หมายถึงไม่ควรได้รับการพัฒนา ระดับที่ 2 หมายถึงควรได้รับการพัฒนาระยะหลัง ระดับที่ 3 หมายถึงควรได้รับการพัฒนาระยะปานกลาง และระดับที่ 4 หมายถึงควรได้รับการพัฒนาระยะแรก จากนั้นนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี และวิเคราะห์เพื่อหาสมการถดถอยเชิงพหุ ได้ผลดังตาราง 6-15 และตาราง 6-16

ตาราง 6-15 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีทั้ง 7 ดัชนี กับลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล

ดัชนี	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) (N=156)	Sig. (2-tailed)
ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ	0.64	0.00*
ดัชนีน้ำในดิน	0.74	0.00*
ดัชนีน้ำท่า	0.79	0.00*
ดัชนีความต้องการน้ำของพืช	0.79	0.00*
ดัชนีเสียงแล้ง	0.76	0.00*
ดัชนีเศรษฐกิจสังคม	0.67	0.00*
ดัชนีแหล่งน้ำ	-0.09	0.25

* p-value < 0.05

ตาราง 6-16 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์พหุคูณสำหรับใช้ในการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม

ตัวแปรในรูปค่ามาตรฐาน	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Beta		
(Constant)	2.462		89.506	0.000*
ดัชนีเสียงแล้ง	0.364	0.403	7.946	0.000*
ดัชนีความต้องการน้ำของพืช	0.334	0.369	5.232	0.000*
ดัชนีเศรษฐกิจสังคม	0.269	0.298	3.654	0.000*
ดัชนีน้ำท่า	0.332	0.367	6.263	0.000*
ดัชนีน้ำในดิน	-0.503	-0.557	-5.394	0.000*

ตาราง 6-16 (ต่อ)

ตัวแปรในรูปค่ามาตรฐาน	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Beta		
ดัชนีแหล่งน้ำ	-0.236	-0.261	-7.877	0.000*
ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ	0.229	0.253	6.213	0.000*

R = 0.929, $R^2 = 0.862$, *p<0.05

จากตาราง 6-15 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำกับดัชนีทั้ง 7 ดัชนี พบว่า ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช ดัชนีเศรษฐกิจ ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p-value เท่ากับ 0.05 และดัชนีแหล่งน้ำไม่มีความสัมพันธ์กับการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่าระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 แต่เมื่อดูจากตาราง 6-16 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ พบว่า ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับต่ำบลจากดัชนีทั้ง 7 ดัชนี ได้แก่ ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช ดัชนีเศรษฐกิจ ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีน้ำท่า และดัชนีแหล่งน้ำ มีค่าการทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นทุกดัชนีสามารถทำนายลำดับของการพัฒนาแหล่งน้ำระดับต่ำบลได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยดัชนีที่มีอิทธิพลต่อการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำมากที่สุด ได้แก่ ดัชนีน้ำในดิน รองลงมาได้แก่ ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช ดัชนีน้ำท่า ดัชนีเศรษฐกิจ ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ ตามลำดับ ซึ่งดัชนีทั้ง 7 สามารถใช้ร่วมกันอธิบายการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับต่ำบลได้ร้อยละ 86.2 และสามารถนำมาสร้างเป็นสมการพยากรณ์พหุคูณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปค่ามาตรฐาน เพื่อกำหนดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับต่ำบลจากการวิเคราะห์โดยใช้สถิติจำแนกกลุ่ม ดังสมการ 6-16

ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับต่ำบล

$$= 0.403(z_{\text{drought}}) + 0.298(z_{\text{pi}}) + 0.367(z_{\text{runoff}}) - 0.557(z_{\text{soilwater}}) - 0.261(z_{\text{ws}}) + 0.369(z_{\text{cwr}}) + 0.253(z_{\text{ws_dis}}) \quad (\text{สมการ 6-16})$$

โดยที่

zdrought	หมายถึงค่ามาตรฐานของดัชนีเสี่ยงแล้ง
zpi	หมายถึงค่ามาตรฐานดัชนีเศรษฐกิจสังคม
zrunoff	หมายถึงค่ามาตรฐานดัชนีน้ำท่า
zsoilwater	หมายถึงค่ามาตรฐานดัชนีน้ำในดิน
zws	หมายถึงค่ามาตรฐานดัชนีแหล่งน้ำ
zcwr	หมายถึงค่ามาตรฐานดัชนีความต้องการน้ำของพืช
zws_dis	หมายถึงค่ามาตรฐานดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ

ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล หมายถึงค่าคะแนนรวมของพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์จากดัชนีทั้ง 7 ดัชนี

ตาราง 6-17 ผลการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำออกเป็น 4 ระดับโดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล	จำนวนตำบล			
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
จังหวัดพิษณุโลก				
อำเภอชาติตระการ	0	0	3	3
อำเภอนครไทย	1	1	7	2
อำเภอบางกระทุ่ม	2	5	1	1
อำเภอเนินมะปราง	0	1	3	3
อำเภอบางระกำ	0	6	5	0
อำเภอพรหมพิราม	0	7	4	1
อำเภอเมือง	0	19	1	0
อำเภอวังทอง	0	1	7	3
อำเภอวัดโบสถ์	1	1	4	0
รวม	4	41	35	13

ตาราง 6-17 (ต่อ)

ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล	จำนวนตำบล			
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4
จังหวัดอุดรธานี				
อำเภอรัตน	2	1	1	1
อำเภอหนองแสง	1	0	3	0
อำเภอท่าปลา	1	3	0	3
อำเภอน้ำป่า	0	1	5	0
อำเภอบ้านโคก	1	1	2	0
อำเภอพิชัย	7	1	2	1
อำเภอปากท่า	1	2	1	0
อำเภอเมืองอุดรธานี	3	5	5	2
อำเภอลับแล	4	1	2	0
รวม	20	15	21	7

จากตาราง 6-17 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลของจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้ดัชนีทั้ง 7 ได้แก่ ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช ดัชนีเศรษฐกิจ ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ ด้วยวิธีการจำแนกกลุ่มผลที่ได้จากการวิเคราะห์ พบว่า ในจังหวัดพิษณุโลก มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 4.30 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 41 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 44.09 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 35 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 37.63 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 13 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 13.98 ดังภาพ 6-31

ส่วนผลการวิเคราะห์ของจังหวัดอุดรธานีพบว่า มีตำบลที่อยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 20 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 31.75 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 15 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 23.81 ตำบลที่อยู่ในระดับที่ 3 จำนวน 21 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 33.33 และตำบลที่อยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 7 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 11.11 ดังภาพ 6-32

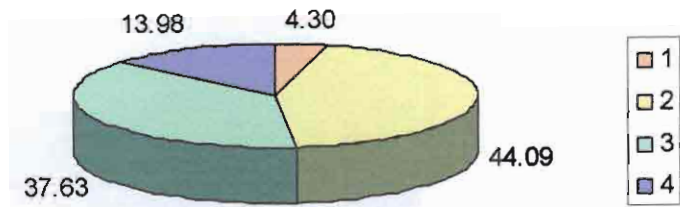
โดยที่

ระดับที่ 1 หมายถึงไม่ควรได้รับการพัฒนา

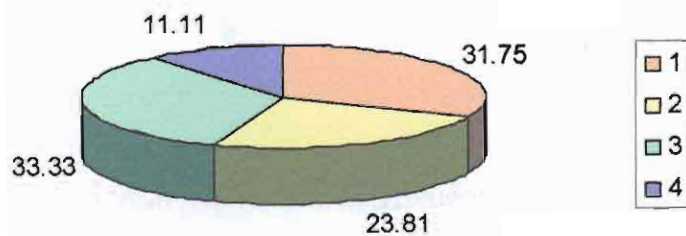
ระดับที่ 2 หมายถึงควรได้รับการพัฒนาระยะหลัง

ระดับที่ 3 หมายถึงควรได้รับการพัฒนาระยะปานกลาง

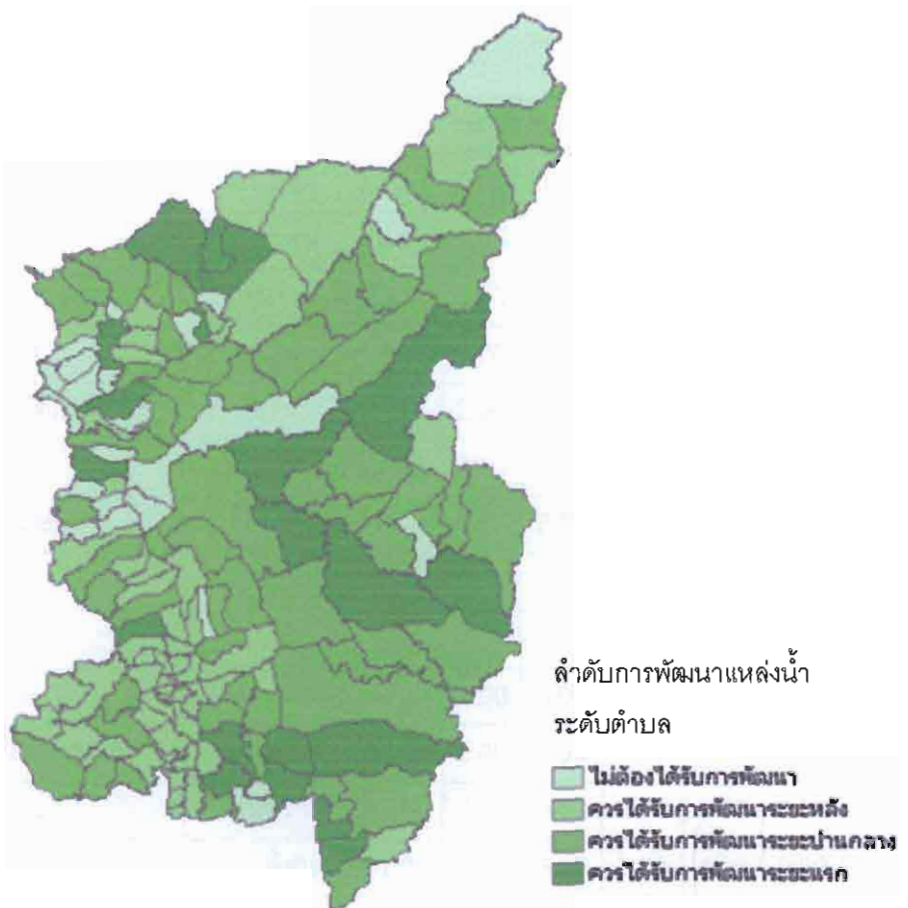
ระดับที่ 4 หมายถึงควรได้รับการพัฒนาระยะแรก



ภาพ 6-31 การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลของจังหวัดพิษณุโลก



ภาพ 6-32 การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลของจังหวัดอุตรดิตถ์



ภาพ 6-33 ผลการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล ด้วยวิธีการวิเคราะห์
สถิติการจำแนกกลุ่ม

ตาราง 6-18 ผลการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 และลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก

ตำบล	อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
ตำบลนครไทย	นครไทย	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	1.00	1.00
ตำบลวัดตายนม	บางกระทุ่ม	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	1.00	1.00
ตำบลเนินกุ่ม	บางกระทุ่ม	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	1.00	1.00
ตำบลวัดโบสถ์	วัดโบสถ์	1.00	2.00	1.00	1.00	4.00	4.00	1.00	1.00
ตำบลน้ำกุ่ม	นครไทย	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลวังยาง	เนินมะปราง	2.00	2.00	1.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลท่าตาล	บางกระทุ่ม	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลบ้านไร่	บางกระทุ่ม	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00

ตาราง 6-18 (ต่อ)

ตำบล	อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
ตำบลบางกระทู้	บางกระทู้	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลโคกสลุด	บางกระทู้	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลสนามคลี	บางกระทู้	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลชุมแสงสงคราม	บางระกำ	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลคูม่วง	บางระกำ	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลนิคมพัฒนา	บางระกำ	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลบึงกอก	บางระกำ	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลปลักแรด	บางระกำ	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	2.00	2.00
ตำบลวังอีตก	บางระกำ	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลตุ๊กเทียม	พรหมพิราม	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลวงษ์	พรหมพิราม	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลทับยายเชียง	พรหมพิราม	1.00	2.00	2.00	1.00	4.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลมะด่าง	พรหมพิราม	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลหนองแขม	พรหมพิราม	1.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลหอกลอง	พรหมพิราม	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลมะตูม	พรหมพิราม	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลมะขามสูง	เมือง	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลไผ่ยอดดอน	เมือง	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลจอมทอง	เมือง	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลปากโทก	เมือง	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลสมอแข	เมือง	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลวังน้ำคู้	เมือง	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลวังงาม	เมือง	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลดอนทอง	เมือง	2.00	3.00	3.00	2.00	4.00	1.00	3.00	2.00
ตำบลบ้านกร่าง	เมือง	2.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลวัดพริก	เมือง	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลหัวรอ	เมือง	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00

ตาราง 6-18 (ต่อ)

ตำบล	อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
ตำบลพลายชุมพล	เมือง	1.00	1.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลอรัญญิก	เมือง	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	4.00	3.00	2.00
ตำบลบ้านคลอง	เมือง	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลในเมือง	เมือง	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	4.00	3.00	2.00
ตำบลท่าทอง	เมือง	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลวัดจันทร์	เมือง	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลท่าโพธิ์	เมือง	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลบึงพระ	เมือง	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลชัยนาม	วังทอง	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00
ตำบลท้อแท้	วัดโบสถ์	1.00	2.00	2.00	1.00	4.00	3.00	2.00	2.00
ตำบลชาติตระการ	ชาติตระการ	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลป่าแดง	ชาติตระการ	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	3.00	2.00	3.00
ตำบลท่าสะแก	ชาติตระการ	2.00	3.00	1.00	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลนครชุม	นครไทย	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลป่อโพธิ์	นครไทย	3.00	3.00	3.00	2.00	4.00	1.00	3.00	3.00
ตำบลยางโกลน	นครไทย	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลนาบัว	นครไทย	3.00	3.00	3.00	2.00	4.00	1.00	3.00	3.00
ตำบลบ้านพร้าว	นครไทย	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลห้วยเหี้ย	นครไทย	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลบ้านแยง	นครไทย	3.00	3.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลบ้านมุง	เนินมะปราง	2.00	2.00	1.00	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลเนินมะปราง	เนินมะปราง	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลวังโพรง	เนินมะปราง	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลไผ่ล้อม	บางกระทุ่ม	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลท่านางงาม	บางระกำ	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลหนองกุลา	บางระกำ	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	1.00	3.00	3.00
ตำบลพันเสา	บางระกำ	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00

ตาราง 6-18 (ต่อ)

ตำบล	อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
ตำบลบ่อทอง	บางระกำ	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลบางระกำ	บางระกำ	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.00	3.00
ตำบลดงประคำ	พรหมพิราม	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลศรีภิรมย์	พรหมพิราม	2.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลวังวน	พรหมพิราม	1.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลพรหมพิราม	พรหมพิราม	2.00	3.00	3.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลบ้านป่า	เมือง	1.00	3.00	3.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลบ้านกลาง	วังทอง	2.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลแก่งโสภา	วังทอง	2.00	3.00	3.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลวังนกแอ่น	วังทอง	3.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลวังทอง	วังทอง	2.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลดินทอง	วังทอง	2.00	3.00	3.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลหนองพระ	วังทอง	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลวังพิกูล	วังทอง	1.00	4.00	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลคันไ้	วัดโบสถ์	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลหินลาด	วัดโบสถ์	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00
ตำบลบ้านยาง	วัดโบสถ์	2.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลท่างาม	วัดโบสถ์	2.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	3.00
ตำบลบ่อภาค	ชาติตระการ	3.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00	4.00	4.00
ตำบลบ้านดง	ชาติตระการ	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	4.00
ตำบลสวนเมี่ยง	ชาติตระการ	2.00	3.00	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00
ตำบลหนองกะท้าว	นครไทย	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	1.00	3.00	4.00
ตำบลเนินเพิ่ม	นครไทย	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	1.00	3.00	4.00
ตำบลชมพู	เนินมะปราง	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	4.00
ตำบลบ้านน้อยชุ่มชื้นเหล็ก	เนินมะปราง	3.00	3.00	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00
ตำบลไทรย้อย	เนินมะปราง	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	4.00
ตำบลนครป่าหมาก	บางกระทุ่ม	2.00	4.00	3.00	3.00	3.00	1.00	3.00	4.00

ตาราง 6-18 (ต่อ)

ตำบล	อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
ตำบลท่าช้าง	พรหมพิราม	2.00	3.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.00	4.00
ตำบลแม่ระกา	วังทอง	2.00	4.00	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	4.00
ตำบลท่าหมื่นราม	วังทอง	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	4.00
ตำบลพันชาลี	วังทอง	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00

ตาราง 6-19 ผลการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 และลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำของจังหวัดอุดรธานี

ตำบล	อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
ตำบลข่อยสูง	ตรอน	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลบ้านแก่ง	ตรอน	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลบ่อทอง	ทองแสนขัน	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลรวมจิต	ท่าปลา	1.00	1.00	1.00	2.00	4.00	2.00	4.00	1.00
ตำบลบ้านบ่อเบี้ย	บ้านโคก	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลคอชุม	พิชัย	1.00	2.00	1.00	1.00	4.00	1.00	3.00	1.00
ตำบลนายาง	พิชัย	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลนาอิน	พิชัย	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลบ้านโคก	พิชัย	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลบ้านดารา	พิชัย	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	3.00	1.00
ตำบลบ้านหม้อ	พิชัย	1.00	2.00	1.00	2.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลพญาแมน	พิชัย	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	3.00	1.00
ตำบลสองห้อง	ฟากท่า	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	2.00	4.00	1.00
ตำบลน้ำริด	เมืองอุดรดิษฐ์	2.00	1.00	1.00	1.00	4.00	2.00	4.00	1.00
ตำบลบ้านด่าน	เมืองอุดรดิษฐ์	1.00	2.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลวังกะพี้	เมืองอุดรดิษฐ์	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลชัยชุมพล	ลับแล	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลด่านแม่คำมัน	ลับแล	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00

ตาราง 6-19 (ต่อ)

ตำบล	อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
ตำบลทุ่งยั้ง	ลับแล	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลไผ่ล้อม	ลับแล	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00
ตำบลหาดสองแคว	ตรอน	1.00	2.00	2.00	1.00	4.00	2.00	4.00	2.00
ตำบลท่าแฝก	ท่าปลา	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00	3.00	1.00	2.00
ตำบลนางพญา	ท่าปลา	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00
ตำบลผาเลือด	ท่าปลา	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00
ตำบลเด่นเหล็ก	น้ำปาด	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00	3.00	4.00	2.00
ตำบลบ้านโคก	บ้านโคก	2.00	2.00	1.00	1.00	4.00	3.00	4.00	2.00
ตำบลในเมือง	พิชัย	2.00	3.00	1.00	2.00	4.00	2.00	4.00	2.00
ตำบลบ้านเสี้ยว	ฟากท่า	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00
ตำบลฟากท่า	ฟากท่า	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00
ตำบลคู้งตะเภา	เมืองอุดรดิตถ์	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00	2.00	3.00	2.00
ตำบลจิ้งจาม	เมืองอุดรดิตถ์	1.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00
ตำบลถ้ำคลอง	เมืองอุดรดิตถ์	1.00	2.00	1.00	1.00	4.00	3.00	4.00	2.00
ตำบลป่าเช่า	เมืองอุดรดิตถ์	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00
ตำบลหาดจิว	เมืองอุดรดิตถ์	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00
ตำบลฝ่ายหลวง	ลับแล	2.00	1.00	1.00	1.00	4.00	3.00	4.00	2.00
ตำบลน้ำอ่าง	ตรอน	1.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00
ตำบลน้ำพี	ทองแสนขัน	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลป่าคาย	ทองแสนขัน	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลผักขวง	ทองแสนขัน	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00
ตำบลน้ำไคร้	น้ำปาด	2.00	3.00	1.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลน้ำไผ่	น้ำปาด	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลบ้านฝาย	น้ำปาด	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00

ตาราง 6-19 (ต่อ)

ตำบล	อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
ตำบลแสนตอ	น้ำปาด	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลห้วยมุ่น	น้ำปาด	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลนาชุม	บ้านโคก	3.00	2.00	1.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลม่วงเจ็ดต้น	บ้านโคก	3.00	2.00	1.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลท่ามะเฟือง	พิชัย	2.00	3.00	1.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00
ตำบลท่าสัก	พิชัย	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00
ตำบลสองคอน	ฟากท่า	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลขุนฝาง	เมืองอุตรดิตถ์	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00
ตำบลบ้านด่านนาขาม	เมืองอุตรดิตถ์	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00
ตำบลผาจุ	เมืองอุตรดิตถ์	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00
ตำบลวังดิน	เมืองอุตรดิตถ์	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00
ตำบลหาดกรวด	เมืองอุตรดิตถ์	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00
ตำบลนานกกก	ลับแล	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	4.00	4.00	3.00
ตำบลแม่พลู	ลับแล	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00
ตำบลวังแดง	ตรอน	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00	3.00	4.00	4.00
ตำบลจริม	ท่าปลา	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00	4.00	4.00
ตำบลท่าปลา	ท่าปลา	4.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.00	1.00	4.00
ตำบลน้ำหมัน	ท่าปลา	4.00	3.00	3.00	3.00	1.00	3.00	4.00	4.00
ตำบลไร่ฮ้อย	พิชัย	2.00	3.00	3.00	4.00	2.00	2.00	3.00	4.00
ตำบลบ้านเกาะ	เมืองอุตรดิตถ์	3.00	4.00	4.00	4.00	1.00	2.00	4.00	4.00
ตำบลแสนตอ	เมืองอุตรดิตถ์	2.00	4.00	2.00	4.00	2.00	3.00	4.00	4.00

6.6 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ดัชนีอุปสงค์และดัชนีอุปทานสำหรับจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และนำดัชนีที่ได้มาใช้ในการจัดลำดับในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรของแต่ละตำบล ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 ได้แก่ ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช ดัชนีเศรษฐกิจ ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ ร่วมกับการใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม (K-Mean Clustering Analysis และ Discriminant Analysis) นั้น พบว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถอธิบายถึงขีดความสามารถของศักยภาพทั้งทางด้านอุปสงค์ และทางด้านอุปทานที่เกิดขึ้นในแต่ละตำบลได้ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 ดังนั้นลำดับของคะแนนที่เกิดขึ้นจากแต่ละดัชนีจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในแต่ละด้านที่เกิดขึ้นของระดับตำบล ซึ่งผลการศึกษาสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและการจัดการในอนาคตได้อย่างถูกต้องตามสภาพที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงพหุ ที่สามารถทำนายทั้งลำดับของดัชนีเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในระดับตำบลโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลของ กชช 2ค ซึ่งมีการจัดเก็บทุก 2 ปีได้ และยังสามารถทำนายลำดับของการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดย สมการถดถอยเชิงพหุที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งมาจากดัชนีทั้ง 7 ดัชนี

ดัชนีอุปสงค์

สำหรับดัชนีอุปสงค์ ซึ่งประกอบไปด้วย ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช และดัชนีเศรษฐกิจ จะเป็นตัวกำหนดระดับความต้องการน้ำสำหรับพื้นที่เกษตรในแต่ละตำบล

ดัชนีเสี่ยงแล้ง

ระดับของพื้นที่เสี่ยงแล้ง จะเป็นดัชนีหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของพื้นที่ที่มีปัญหาทางด้านการขาดแคลนน้ำในระดับตำบล โดยที่สมการสำหรับการวิเคราะห์ดัชนีเสี่ยงแล้งได้มาจาก 4 ปัจจัยด้วยกัน (15 ตัวแปร) ได้แก่ ปัจจัยทางด้านความเสี่ยงแล้งด้านน้ำฝน ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ด้านสภาพภูมิประเทศและดิน และด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ซึ่งพบว่าในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลทั้งสิ้น 156 ตำบล อยู่ในพื้นที่ จังหวัดพิษณุโลก 93 ตำบล และจังหวัดอุตรดิตถ์ 63 ตำบล อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งต่ำมากถึงไม่เสี่ยงจำนวน 62 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.74 อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งต่ำ จำนวน 72 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งปานกลาง จำนวน 19 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 12.18 และอยู่ในระดับเสี่ยงแล้งสูง จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.92

ดัชนีความต้องการน้ำของพืช

สำหรับดัชนีความต้องการน้ำของพืช จะเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกและมีความต้องการน้ำสำหรับเพาะปลูกพืชในแต่ละพื้นที่ ตัวแปรที่ใช้ ได้แก่ เนื้อที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิด ค่าความต้องการน้ำของพืชชนิดต่างๆ และจำนวนครั้งที่ปลูกในรอบปี ซึ่งพบว่าระดับของดัชนีความต้องการน้ำของพืช ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่ต้องการ จำนวน 23 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 14.74 ตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 66 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 42.31 ตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 และตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับที่สูง จำนวน 11 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 7.05

ดัชนีเศรษฐกิจสังคม

ดัชนีเศรษฐกิจสังคมจะเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคม ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำและการเกษตร ของแต่ละพื้นที่ โดยดัชนีนี้จะได้มาจากการการคัดเลือกข้อมูล กชช 2ค จึงมีตัวแปรทั้งสิ้น 56 ตัวแปร และได้้นำตัวแปรทั้ง 56 มาวิเคราะห์เพื่อหาสมการถดถอยเชิงพหุสำหรับพยากรณ์ ระดับของดัชนีเศรษฐกิจสังคมที่จะเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ของทั้งจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ามีตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดีมาก จำนวน 42 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 26.92 ตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดี จำนวน 60 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 38.46 ตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมปานกลาง จำนวน 50 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 32.05 และตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมต่ำ จำนวน 4 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 2.56

ดัชนีอุปทาน

ในส่วนของดัชนีอุปทาน ซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่ ทั้งของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ประกอบไปด้วย ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ

ดัชนีน้ำท่า

ดัชนีน้ำท่า เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงระดับของปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นของแต่ละพื้นที่ ซึ่งพบว่าระดับของดัชนีน้ำท่า ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่มี จำนวน 41 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 26.28 ตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 79 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 50.64 ตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับปานกลาง

จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 2.56 และตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับที่สูง จำนวน 32 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 20.51

ดัชนีน้ำในดิน

ดัชนีน้ำในดิน เป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงระดับของน้ำในดินที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ ของทั้ง จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ามีตำบลที่มีระดับน้ำในดินต่ำมากถึงไม่มี จำนวน 12 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 7.69 ตำบลที่มีระดับน้ำในดินต่ำ จำนวน 48 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 30.77 ตำบลที่มีระดับน้ำในดินปานกลาง จำนวน 65 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 41.67 และตำบลที่มีระดับน้ำในดินสูง 31 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 19.87

ดัชนีแหล่งน้ำ

ดัชนีแหล่งน้ำ เป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงระดับของร้อยละของแหล่งน้ำที่มีเทียบกับพื้นที่ เกษตรของแต่ละตำบล ซึ่งพบว่ามีตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำมาก จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.92 ตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำปานกลาง จำนวน 1 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 0.64 ตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำน้อย จำนวน 49 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 31.41 และตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำต่ำ จำนวน 103 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 66.03

ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ

ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของระยะห่างจากแหล่งน้ำ จากตำบลถึงแหล่งน้ำที่มีอยู่ และยังสามารถแสดงให้เห็นถึงความศักยภาพของการมีแหล่งน้ำ และการนำน้ำจากแหล่งน้ำไปใช้ประโยชน์ในแต่พื้นที่ของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งพบว่ามีตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำน้อย จำนวน 21 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 13.46 ตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำปานกลาง จำนวน 28 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 17.95 ตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำมาก จำนวน 103 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 66.03 และตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำมากที่สุด จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 2.56

การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ

สำหรับการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ ซึ่งใช้ค่าผลรวมของระดับของดัชนีทั้ง 7 ดัชนี มาวิเคราะห์และจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม ออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน พบว่าสมการของการลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำที่ใช้ค่ามาตรฐานของดัชนีทั้ง 7 สามารถอธิบายการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลได้ถึงร้อยละ 86.2 และดัชนีทั้ง 7 มีค่าทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 สำหรับพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าตำบลที่ไม่ควรได้รับการพัฒนา มีจำนวน 24 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 15.38 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะหลัง

จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะปานกลาง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 และตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะแรก จำนวน 20 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 12.82

บทที่ 7

การพัฒนาโปรแกรม “น่านาน”

7.1 บทนำ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจต้องมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ประการคือ (1) ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (2) องค์ความรู้ และ (3) ระบบเรียกใช้และแสดงผล จุดเด่นของระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือสามารถนำข้อมูลด้านต่าง ๆ มาวิเคราะห์ร่วมกันอย่างบูรณาการ โดยที่ผู้ตัดสินใจสามารถจำลองสถานการณ์หรือตั้งเงื่อนไขของสถานการณ์หรือกำหนดทางเลือกเพื่อคาดคะเนผลที่อาจเกิดขึ้นในการวิจัยส่วนนี้เป็นการนำฐานข้อมูลและองค์ความรู้จากการวิจัยมาพัฒนาเป็นระบบเรียกใช้ในรูปแบบโปรแกรม “น่านาน” ซึ่งผู้ใช้สามารถตั้งเงื่อนไขเพื่อจำลองสถานการณ์ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้สามารถเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของพื้นที่

- การพัฒนา โปรแกรม “น่านาน” มีแนวคิดหลักของการพัฒนาคือ (1) เป็นโปรแกรมที่สามารถเรียกใช้และแสดงผลเพื่อให้เห็นภาพรวมสำหรับการบริหารจัดการน้ำเชิงพื้นที่ ดังนั้นในการพัฒนาจึงเป็นการผสมผสานฐานข้อมูลและองค์ความรู้แยกออกเป็นโมดูลต่างๆ (2) เป็นโปรแกรมที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ขั้นสูง (3) เป็นโปรแกรมที่มีต้นทุนต่ำและไม่ต้องการโปรแกรมราคาแพงมาร่วมในการติดตั้ง (Installation) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ ดังนั้นในการพัฒนาจึงเลือกเขียนโปรแกรมด้วยภาษาของ Microsoft Visual Basic การพัฒนาโปรแกรมน่านานใน Version ที่เขียนโปรแกรมด้วยภาษาของ Microsoft Visual Basic นี้เป็นเพียงรูปแบบหนึ่งของระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่ ซึ่งโครงการวิจัยนี้วางแผนไว้สำหรับการพัฒนาขั้นต้น สำหรับเป้าหมายในการดำเนินงานต่อไปคือการพัฒนาโปรแกรม น่านานใน Version ที่เขียนโปรแกรมด้วย Map Object เพื่อประสิทธิภาพในการแสดงองค์ความรู้ที่ให้รายละเอียดเชิงพื้นที่ทุกๆ 1 ไร่ รวมทั้งเพื่อประสิทธิผลในการสื่อสารขั้นสูงกับผู้ใช้

7.2 การติดตั้งโปรแกรม Namnan

ในการติดตั้งโปรแกรม น่านานลงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. ไปที่ Drive CD-ROM ทำการติดตั้งโปรแกรมดังนี้

เลือกไฟล์ Setup.Exe ที่อยู่ในแผ่นซีดีรอม จากนั้น Double Click เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม น่านาน จะขึ้นหน้าจอ Welcome to Namnan Setup Program ดังภาพ



2. จากนั้นจะขึ้นหน้าจอว่า Destination Location ให้ทำการเลือก Directory ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม ถ้าต้องการเปลี่ยน Directory ให้กดปุ่ม Browse... เพื่อเลือก Directory ที่ต้องการ จากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการติดตั้ง



3. ถัดมาให้กดปุ่ม Next เพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำการติดตั้ง





4. จากนั้นรอกจนกว่าโปรแกรมจะติดตั้งเสร็จ และขึ้นว่า Namnan has been successfully installed แล้วกดปุ่ม Finish เพื่อสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม(สามารถเริ่มใช้งานได้โดยไปที่ Start ----> Program----> Namnan ---->Namnan 1.2)



7.3 โมดูลต่างๆในโปรแกรม Namnan

โปรแกรมน้ำน่านประกอบด้วยโมดูลทั้งหมด 6 โมดูล คือ DROUGHT, WATBUD, CROPWAT, URBWAT, WATMAN และ WATDEM โดยแต่ละโมดูลมีเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

- (1) DROUGHT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านพื้นที่ขาดแคลนน้ำ
- (2) WATBUD เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านงบประมาณน้ำในรูปน้ำฝน น้ำระเหย น้ำท่าผิวดิน น้ำในดิน และน้ำซึมลึก
- (3) CROPWAT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านความต้องการใช้เพื่อการเพาะปลูกพืช
- (4) URBWAT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านความต้องการใช้น้ำเพื่อการประปา

(5) WATMAN เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล โดยพิจารณาจากปัจจัยทางอุปสงค์และอุปทานด้านทรัพยากรน้ำของพื้นที่

(6) WATDEM เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปสงค์และอุปทานน้ำ

7.4 การเรียกใช้โมดูลในโปรแกรม “น่านาน”

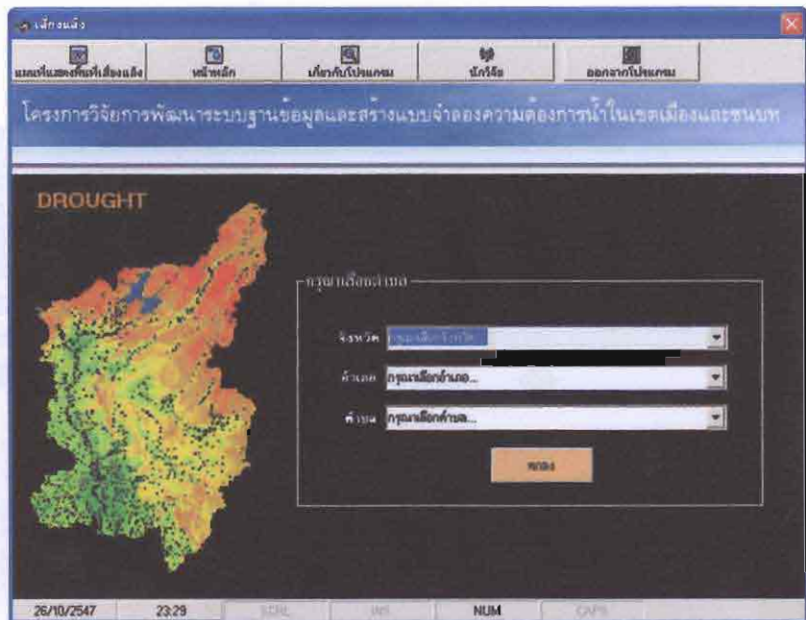
หน้าจอแรกของโปรแกรมน่านานเมื่อผู้ใช้เปิดโปรแกรมขึ้นมา แสดงดังภาพด้านล่างนี้



7.4.1 การเรียกใช้โมดูล DROUGHT

จากแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำได้นำมาพัฒนาในโปรแกรมน่านาน เพื่อให้สามารถเรียกค้นข้อมูลระดับ ประเภท สาเหตุหลัก และสาเหตุรองของการขาดแคลนน้ำ พร้อมทั้งแสดงสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ทำให้ทราบสถานะและปัจจัยทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำในแต่ละด้าน อีกทั้งยังสามารถกำหนดเงื่อนไขข้อมูลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของระดับการขาดแคลนน้ำตามเงื่อนไขที่กำหนด

(1) หน้าจอหลักของโมดูล DROUGHT ให้เลือกจังหวัด อำเภอ และตำบลที่ต้องการ



(2) เมื่อเลือกจังหวัด อำเภอ และตำบลแล้วจะปรากฏหน้าจอข้อมูลระดับการขาดแคลนน้ำของพื้นที่ในตำบลในรูปแบบแผนที่และข้อมูลสภาพแวดล้อมของตำบลนั้น นอกจากนี้ ในหน้าจอนี้ยังสามารถเลือกหมู่บ้านเพื่อแสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อมในระดับหมู่บ้าน พร้อมทั้งสามารถเลือกประเมินสถานภาพแล้ง และสามารถตั้งเงื่อนไขได้ โดยการกดปุ่มประเมินสถานภาพแล้งและตั้งเงื่อนไขตามลำดับ



เมื่อกดปุ่มแสดงรายงานค่าความแล้งจะมีรายงานให้เลือกเพื่อสั่งพิมพ์



ข้อมูลการประเมินผลกระทบ จาก 2.00

พื้นที่	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	-0.28	-0.01
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	0.04	1.08
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	0.04	-0.01
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	0.04	-0.01
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	-0.28	-0.01
พื้นที่น้ำ	0.08	-0.38	-0.28	-0.01
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	0.04	1.08
พื้นที่น้ำ	0.08	-0.38	0.04	1.08
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	0.04	-0.01
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	-0.28	-0.01
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	1.03	1.08
พื้นที่น้ำ	-0.51	-0.38	0.04	-0.01
พื้นที่น้ำ	2.43	1.43	-0.28	-0.01

(3) เมื่อกดปุ่มประเมินสถานภาพแล้ง จะได้หน้าจอการประเมินสถานภาพแล้งซึ่งแสดงเนื้อที่ที่ประสบภาวะขาดแคลนน้ำของการใช้ที่ดินการเกษตรเพื่อการทำนา ทำไร่ และทำสวนในตำบลนั้น ๆ และสามารถแสดงให้เห็นว่าหมู่บ้านที่เลือกไว้ในตำบลนั้น ๆ ประสบภาวะขาดแคลนน้ำมาจากสาเหตุใด

การประเมินผลกระทบจากแล้ง

พื้นที่	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ
พื้นที่น้ำ	1.00	1.00	0.00
พื้นที่น้ำ	1,082.54	2,184.07	0.00
พื้นที่น้ำ	5,056.58	6,904.28	0.00
พื้นที่น้ำ	0.00	0.01	0.00

การประเมินผลกระทบจากแล้ง

พื้นที่	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ
พื้นที่น้ำ	0.00	1.00	0.00
พื้นที่น้ำ	4,667.31	1.00	12.78
พื้นที่น้ำ	29,904.40	1.00	81.65
พื้นที่น้ำ	1,970.90	1.00	5.38

การประเมินผลกระทบจากแล้ง

พื้นที่	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ
พื้นที่น้ำ	0.00	1.00	0.00
พื้นที่น้ำ	4,667.31	1.00	12.78
พื้นที่น้ำ	29,904.40	1.00	81.65
พื้นที่น้ำ	1,970.90	1.00	5.38

(4) เมื่อกดปุ่มตั้งเงื่อนไข จะปรากฏหน้าจอเพื่อให้กรอก และ/หรือเลือกเงื่อนไขด้านน้ำฝน และความหนาแน่นของป่า กชช. และระยะห่างจากแหล่งน้ำ เพื่อให้แสดงผลค่าระดับความแล้งที่เปลี่ยนแปลงไปภายใต้เงื่อนไขที่กรอกหรือเลือกลงไป โดยเงื่อนไขที่ตั้งจะเป็นของพื้นที่หมู่บ้านที่ถูกเลือกไว้ตั้งแต่หน้าข้อมูลสภาพแวดล้อม ตัวแปรที่ใช้ในการตั้งเงื่อนไขมีทั้งหมด 7 ตัว ซึ่งจัดเป็นตัวแปรที่ผันแปรหรือเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี จำนวนวันที่ฝนตกภายในปี ฝนตกภายในสูงสุดของปี ความหนาแน่นของป่า กชช. (ปอ/ตร.กม.) ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างจากโครงการชลประทาน และระยะห่างจากโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า เมื่อกำหนดค่าของแต่ละ ตัวแปรตามที่ตั้งไว้แล้วและต้องการจะแสดงผลการคำนวณให้ทำการกดปุ่มแสดงผล โปรแกรมจะทำการประมวลผล จะได้ค่า Z (ค่า Z คือค่าระดับความแล้งที่อยู่ในรูปค่ามาตรฐาน) ซึ่งสามารถพิจารณาเปรียบเทียบกับค่า Z เดิมที่ได้จากแผนที่ เพื่อดูว่าระดับความแล้งของหมู่บ้านที่เลือกมีค่ามากหรือน้อยกว่าเดิม

ตั้งเงื่อนไข

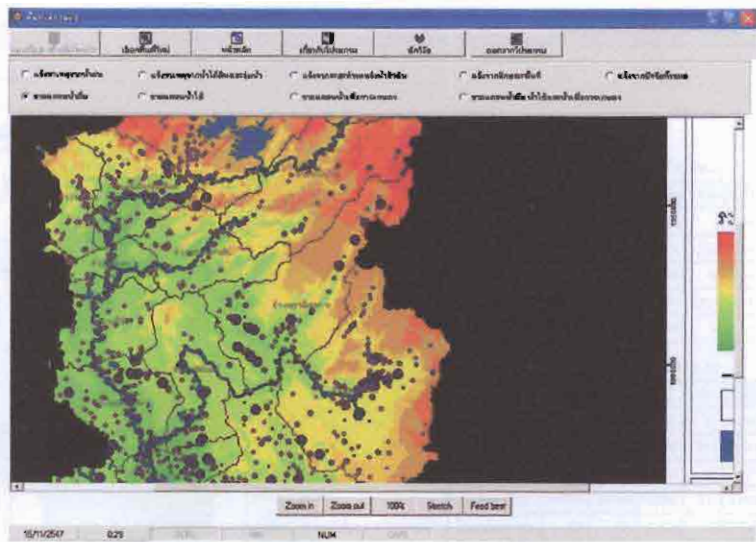
การคำนวณเงื่อนไขของหมู่บ้าน

พิกัด (37030310)

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มม.)	1,300.89
จำนวนวันที่ฝนตกภายในปี (วัน)	83.99
ฝนตกภายในสูงสุดของปี (มม.)	162.77
ความหนาแน่นของป่า กชช. (ปอ/ตร.กม.)	0.95
ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน (กม.)	มากกว่า 3 กม.
ระยะห่างจากโครงการชลประทาน (กม.)	มากกว่า 2 กม.
ระยะห่างจากโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า (กม.)	มากกว่า 3 กม.
ค่า Z จากค่ามาตรฐาน	0.5
ค่า Z เดิมจากแผนที่	0.5

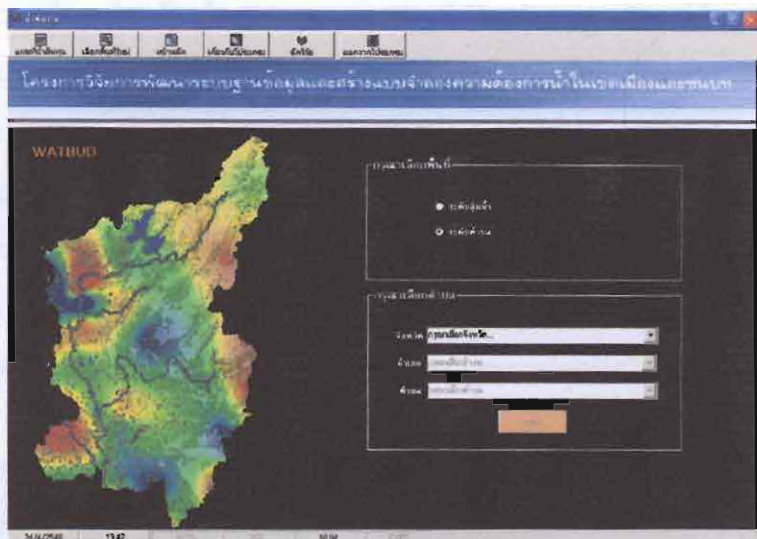
ตั้งเงื่อนไขใหม่ บันทึกข้อมูล คำนวณค่า Z ดูข้อมูลทั้งหมด

(5) ถ้ากดปุ่มแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ในหน้าจอแรกของโมดูล DROUGHT จะปรากฏปุ่มให้กดเลือกเพื่อเรียกดูแผนที่แสดงระดับความแล้งทั้งจังหวัดอุดรธานีและพิษณุโลก โดยสามารถเลือกดูแยกตามสาเหตุหรือ 4 ปัจจัยหลักๆ คือ แล้งสาเหตุจากน้ำฝน แล้งสาเหตุจากน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ แล้งจากระยะห่างแหล่งน้ำผิวดิน แล้งจากลักษณะพื้นที่ แล้งจากปัจจัยทั้งหมด ขาดแคลนน้ำดื่ม ขาดแคลนน้ำใช้ ขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร และขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้และน้ำเพื่อการเกษตร

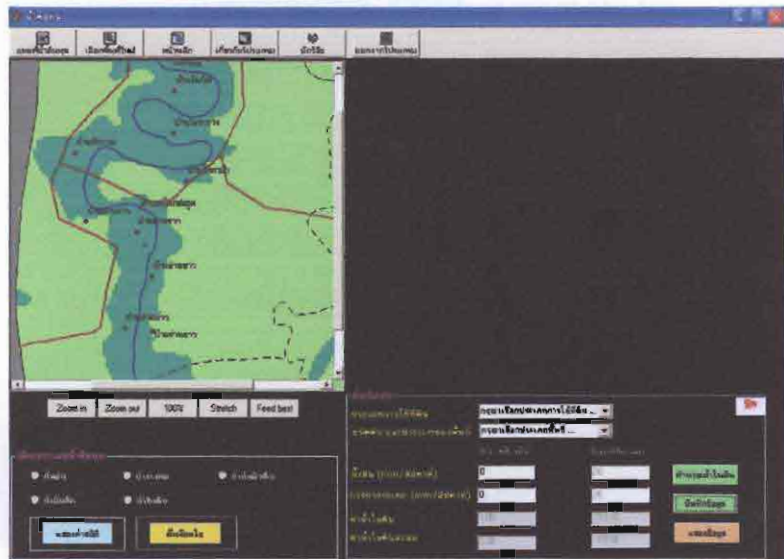


7.4.2 การเรียกใช้โมดูล WATBUD

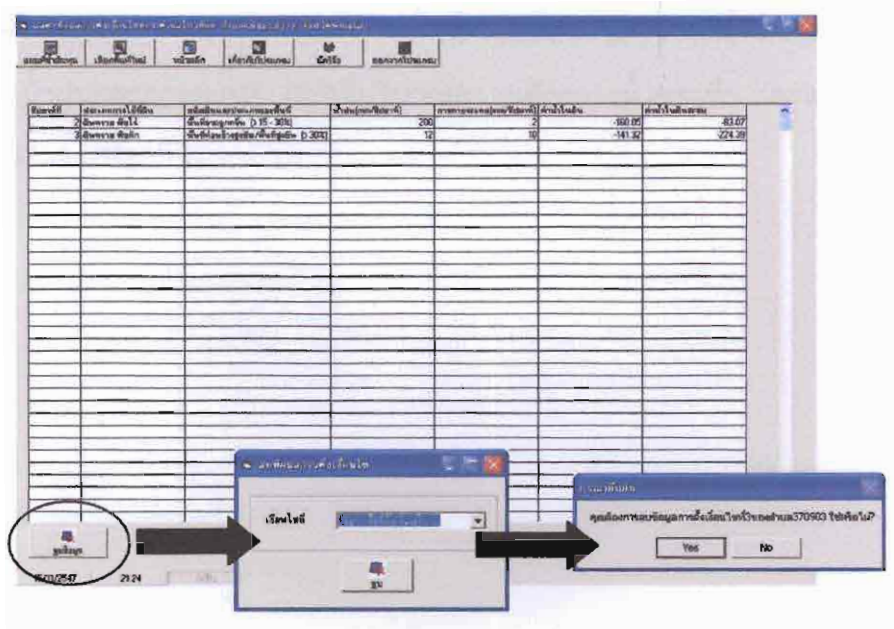
(1) หน้าจอหลักของโมดูล WATBUD ให้เลือกพื้นที่ ได้แก่ ระดับลุ่มน้ำ และระดับตำบล



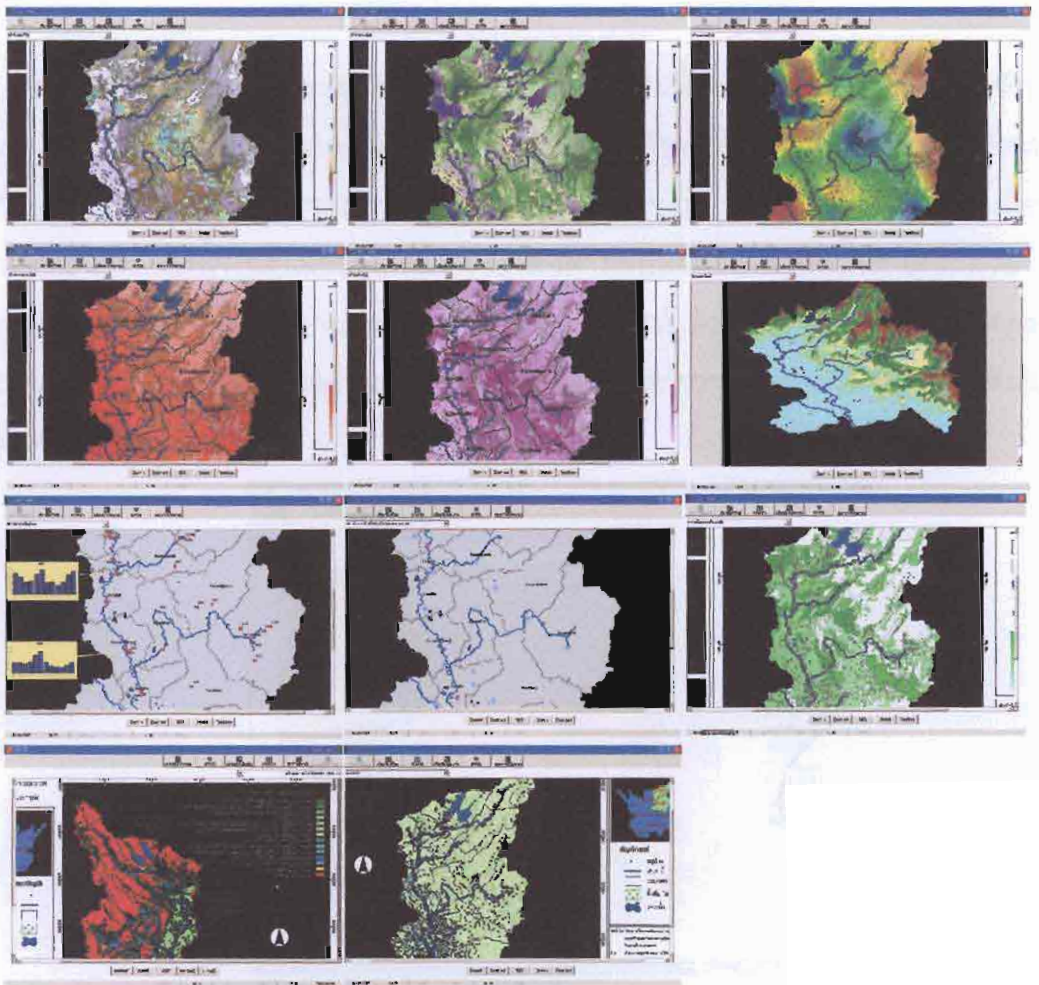
(2) เมื่อเลือกพื้นที่ระดับลุ่มน้ำแล้วจะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมาเพื่อแสดงข้อมูลและแผนที่ในระดับลุ่มน้ำ โดยมีข้อมูลของ ลุ่มน้ำนาน และลุ่มน้ำยม



นอกจากนี้ยังสามารถเรียกดูเงื่อนไขที่ตั้งไว้ก่อนหน้านี้จากปุ่มแสดงข้อมูล ซึ่งในหน้าจอ
นี้จะแสดงข้อมูลของตำบลทั้งหมดที่มีการบันทึกเงื่อนไขไว้ และสามารถลบข้อมูลที่ไม่ต้องการได้
โดยกดปุ่มลบข้อมูล

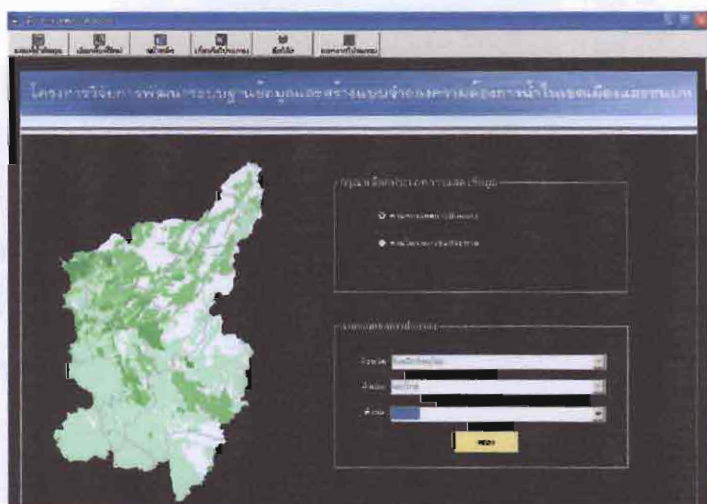


(3) และเมื่อกดปุ่มแสดงค่าสถิติในหน้าจอหลัก จะได้หน้าจอค่าสถิติที่สำคัญได้แก่ ค่า
Mean และ Sum ของข้อมูลน้ำฝน ข้อมูลน้ำท่า ข้อมูลน้ำในดิน ข้อมูลระเหย และข้อมูลการซึมลึก
สำหรับพิจารณาเพื่อกำหนดปฏิทินการเพาะปลูกพืชใน 52 สัปดาห์ของรอบปี

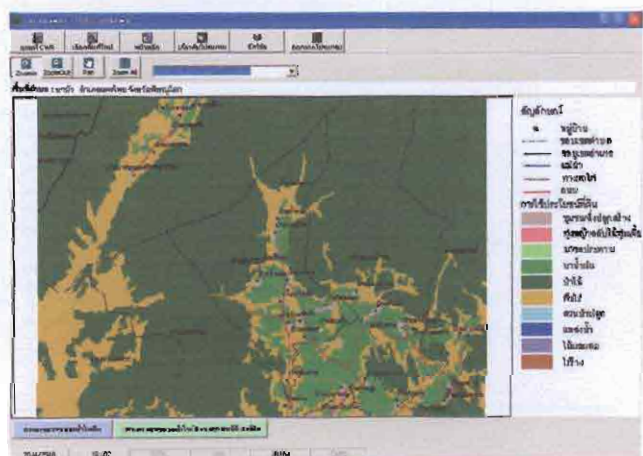
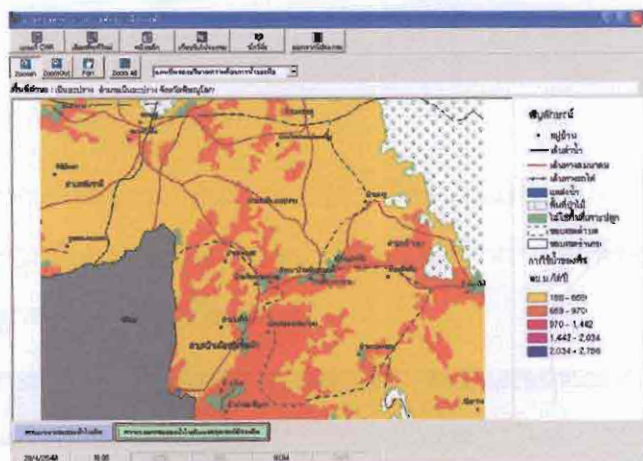


7.4.3 การเรียกใช้โมดูล CROPWAT

(1) หน้าจอหลัก จะมี 2 ส่วน คือ เลือกตามขอบเขตการปกครอง และเลือกตามโครงการชลประทาน



(2) เมื่อเลือกตามขอบเขตการปกครองจะมีช่องเพิ่มขึ้นมาเพื่อให้เลือกพื้นที่ คือจังหวัด อำเภอ และตำบล ที่ต้องการแสดงผล และเมื่อเลือกเสร็จแล้วจะเข้าสู่หน้าจอตั้งภาพในส่วนของ หน้าจอนี้จะแสดงแผนที่ปริมาณความต้องการน้ำของพืชในแต่ละพื้นที่ และยังสามารถเลือกดู ความเหมาะสมของน้ำในดินและคุณสมบัติของดินตามลำดับค่าของตำบลนั้นๆ ได้อีกด้วย โดย เลือกลำดับที่ที่ต้องการดูค่าความเหมาะสม เมื่อเลือกลำดับที่แล้วจะมีค่า Majority ค่า Minority และ ค่า Variety ของทั้งความเหมาะสมของน้ำในดิน และความเหมาะสมของน้ำในดินและ คุณสมบัติของดิน



นอกจากนี้ยังสามารถเลือกดูความเหมาะสมของน้ำในดินและคุณสมบัติของดินในแต่ละลำดับที่ได้อีกด้วยโดยการกดปุ่มความเหมาะสมของน้ำในดิน หรือปุ่มความเหมาะสมของน้ำในดินและคุณสมบัติของดิน

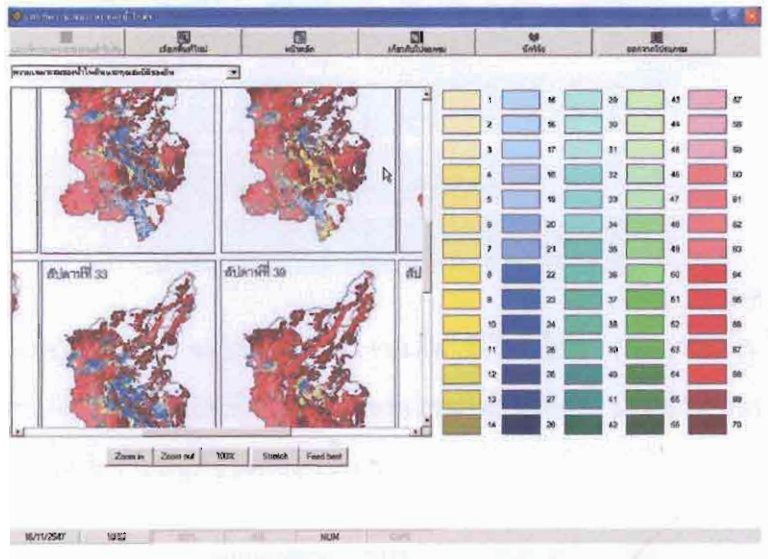
The image shows three overlapping screenshots of a software application. The application has a menu bar with options: 'แปลง' (Plot), 'ข้อมูลพื้นที่' (Area Information), 'ข้อมูลดิน' (Soil Information), and 'ข้อมูลพืช' (Plant Information). The main window displays a table with columns for 'แปลง' (Plot), 'น้ำในดิน' (Soil Water Content), and 'คุณสมบัติดิน' (Soil Texture). The data is organized into columns for plot ID, soil water content, and soil texture. The plots are labeled as 'แปลงที่ 1' through 'แปลงที่ 20'. The soil water content is measured in 'cm³/cm³' and the soil texture is measured in 'g/g'.

สำหรับหน้าต่างแสดงความเหมาะสมของน้ำในดินในแต่ละสัปดาห์นั้นจะอธิบายถึงพื้นที่ส่วนใหญ่ และพื้นที่ส่วนน้อยของตำบล ว่ามีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืชอะไรได้บ้าง และมีจำนวนของเนื้อที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิดเท่าใด

The image shows a screenshot of a software application window. The window has a menu bar with options: 'แปลง' (Plot), 'ข้อมูลพื้นที่' (Area Information), 'ข้อมูลดิน' (Soil Information), and 'ข้อมูลพืช' (Plant Information). The main window displays a table with columns for 'แปลง' (Plot), 'น้ำในดิน' (Soil Water Content), and 'คุณสมบัติดิน' (Soil Texture). The data is organized into columns for plot ID, soil water content, and soil texture. The plots are labeled as 'แปลงที่ 1' through 'แปลงที่ 20'. The soil water content is measured in 'cm³/cm³' and the soil texture is measured in 'g/g'.

และสำหรับหน้าต่างแสดงความเหมาะสมของน้ำในดินและคุณสมบัติของดินนั้น จะอธิบายถึงความเหมาะสมของทั้งดินและน้ำในดินว่ามีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืชชนิดใดได้บ้างในแต่ละสัปดาห์

แต่ถ้าเลือกเมนูแสดงแผนที่ความต้องการน้ำของพืช จะขึ้นหน้าจอแสดงแผนที่ขึ้นมา ให้เลือก แผนที่ความเหมาะสมของน้ำในดิน แผนที่ความเหมาะสมของน้ำในดินและคุณสมบัติของดิน และแผนที่ร้อยละของปริมาณน้ำในดิน



(3) จากหน้าจอหลักของ CROPWAT เมื่อเลือกตามโครงการชลประทาน จะขึ้นหน้าจอของโครงการชลประทานหลายชุมพลขึ้นมา ให้ทำการเลือกคลองชลประทานของพื้นที่หลายชุมพล เพื่อดูรายละเอียดเกี่ยวกับคลองนั้นๆ ในหน้าจอนี้มีปุ่มข้อมูลสถิติและเงื่อนไขให้เลือก

(4) เมื่อเลือกปุ่มสถิติจะปรากฏหน้าจอข้อมูลสถิติของคลองนั้นๆ ได้แก่ ค่าฝนใช้การ ค่าการคายระเหย ค่าความต้องการน้ำ โดยแยกเป็นฤดูฝนและฤดูแล้ง

โปรแกรม คำนวณปริมาณน้ำฝน (mm)

หน่วย: มิลลิเมตร (mm)

ข้อมูล:

Min	24.80	30.0	30.0	30.0	41.0	11.0	21.0	10.0	11.0	30.0	40.0	31.00	31.00
Max	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mean	25.11	40.2	31.4	31.2	40.3	12.0	31.0	11.0	11.0	31.0	41.0	31.12	31.12
Sum	101.17	160.8	125.6	124.8	161.2	48.0	124.0	44.0	44.0	124.0	164.0	124.48	124.48
STD	0.27	1.0	1.1	1.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

คำนวณค่าเฉลี่ย (mm)

Min	20.00	10.0	10.0	10.0	20.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Max	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mean	20.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Sum	80.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
STD	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

คำนวณค่าเฉลี่ยรวม (mm)

Min	0.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Max	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mean	0.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Sum	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00	100.00
STD	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

คำนวณค่าเฉลี่ยรวม (mm)

Min	0.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Max	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mean	0.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Sum	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00	100.00
STD	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

(5) เมื่อเลือกปุ่มเงื่อนไข จะปรากฏหน้าจอเพื่อใส่เงื่อนไขของคลองนั้น ๆ ได้แก่ ค่าฤดู เพาะปลูก เนื้อที่เพาะปลูก ปริมาณฝนที่ตกลงมา และประเภทฝนใช้การ เพื่อคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืชในเนื้อที่เพาะปลูกของคลองนั้น ๆ

โปรแกรม คำนวณปริมาณน้ำฝน (mm)

หน่วย: มิลลิเมตร (mm)

ข้อมูล:

ฤดู:

เนื้อที่เพาะปลูก:

ปริมาณฝนที่ตกลงมา:

ประเภทฝนใช้การ:

คำนวณค่าเฉลี่ย (mm)

Min	20.00	10.0	10.0	10.0	20.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Max	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mean	20.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Sum	80.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
STD	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

คำนวณค่าเฉลี่ยรวม (mm)

Min	20.00	10.0	10.0	10.0	20.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Max	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mean	20.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Sum	80.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
STD	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

คำนวณค่าเฉลี่ยรวม (mm)

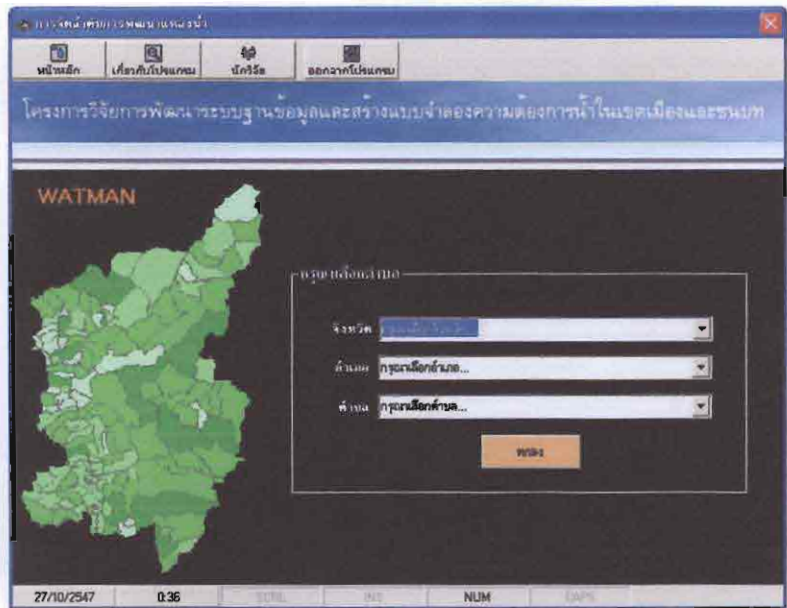
Min	20.00	10.0	10.0	10.0	20.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Max	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mean	20.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Sum	80.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
STD	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

คำนวณค่าเฉลี่ยรวม (mm)

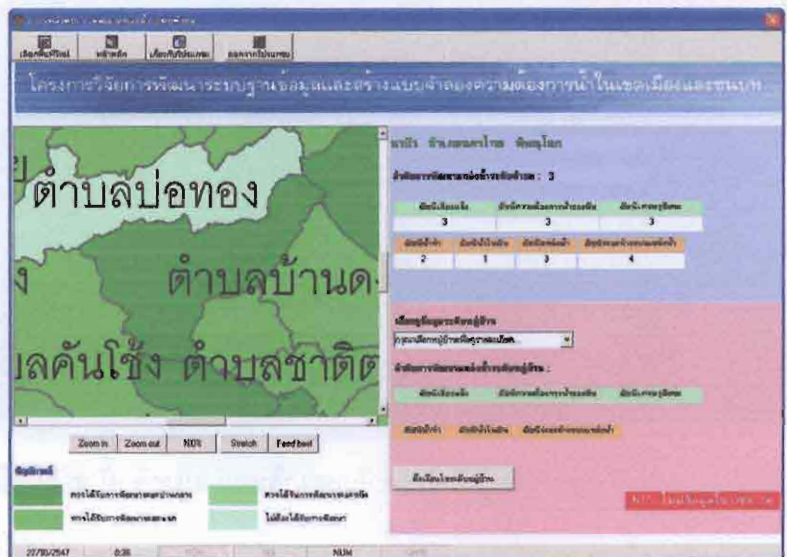
Min	20.00	10.0	10.0	10.0	20.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Max	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mean	20.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.00	10.00
Sum	80.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
STD	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00

7.4.4 การเรียกใช้โมดูล URBWAT

(1) หน้าจอหลัก จะมีเมื่อเลือกปุ่มพื้นที่ เช่นประเภทเทศบาลนครพิษณุโลก จะปรากฏหน้าจอคำนวณความต้องการน้ำในปีเป้าหมาย โดยการตั้งเงื่อนไขคือกำหนดอัตราเพิ่มประชากรเลือกปี พ.ศ. เป้าหมาย (ในการพยากรณ์) และเลือกอัตราการใช้น้ำ



(2) เมื่อเลือกจังหวัด อำเภ และตำบลแล้วจะปรากฏหน้าจอข้อมูลการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลในรูปแผนที่ และแสดงค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องทั้ง 6 ดัชนีของทั้งระดับตำบล และระดับหมู่บ้าน ซึ่งระดับ 1 จะหมายถึงไม่ต้องได้รับการพัฒนา 2 หมายถึงควรได้รับการพัฒนา ระยะปานกลาง 3 หมายถึงควรได้รับการพัฒนาระยะหลัง 4 หมายถึงไม่ต้องได้รับการพัฒนา



[illegible]

7.4.6 การเรียกใช้โมดูล WATDEM

(1) หน้าจอหลักของโมดูล WATDEM ให้เลือกจังหวัด อำเภอ และตำบลที่ต้องการ

The screenshot shows a web application interface. At the top, there is a navigation bar with icons and labels: "หน้าหลัก" (Home), "เกี่ยวกับโปรแกรม" (About Program), "คู่มือ" (Manual), and "เอกสารประกอบ" (Supporting Documents). Below this is a title bar in Thai: "โครงการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมเชิงพื้นที่" (Research Project for Developing a Program to Assess the Risk of Spatial Flooding). The main content area features a map of Thailand on the left, color-coded by risk level. On the right, there is a legend titled "เกณฑ์การประเมิน" (Assessment Criteria) with three categories: "เสี่ยงสูง" (High Risk) represented by a blue bar, "เสี่ยงปานกลาง" (Medium Risk) represented by a yellow bar, and "เสี่ยงต่ำ" (Low Risk) represented by a green bar. Below the legend is a yellow button labeled "Print". At the bottom of the screen, there is a status bar with the text "25/04/2561 16:18" and some navigation icons.

(2) เมื่อเลือกจังหวัด อำเภอ และตำบลแล้วจะปรากฏหน้าจอ

ซึ่งประกอบไปด้วย WATTAM, CROPTAM และ URBDEM ในแต่ละส่วนจะเป็นการอธิบายลักษณะของตำบลที่ถูกเลือก ส่วนแรก WATTAM จะเป็นค่าแสดงให้เห็นถึงสภาพ Demand และ Supply ทางด้านน้ำของตำบล

ส่วนที่ 2 จะเป็นการหาปริมาณความต้องการน้ำทางด้านการเกษตรของตำบล (CROPTAM) ส่วนนี้จะมีเนื้อที่เพาะปลูกของพืชแต่ละประเภทให้กรอก และคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด

ส่วนที่ 3 คือ URBDEM เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นถึงสภาพความต้องการน้ำในเขตเมืองส่วนนี้จะสามารถคำนวณประชากรในอนาคต คำนวณปริมาณการใช้น้ำประปาในอนาคต และคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละชนิด นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณผลรวมปริมาณการใช้น้ำที่เกิดขึ้นจากการตั้งเงื่อนไขได้

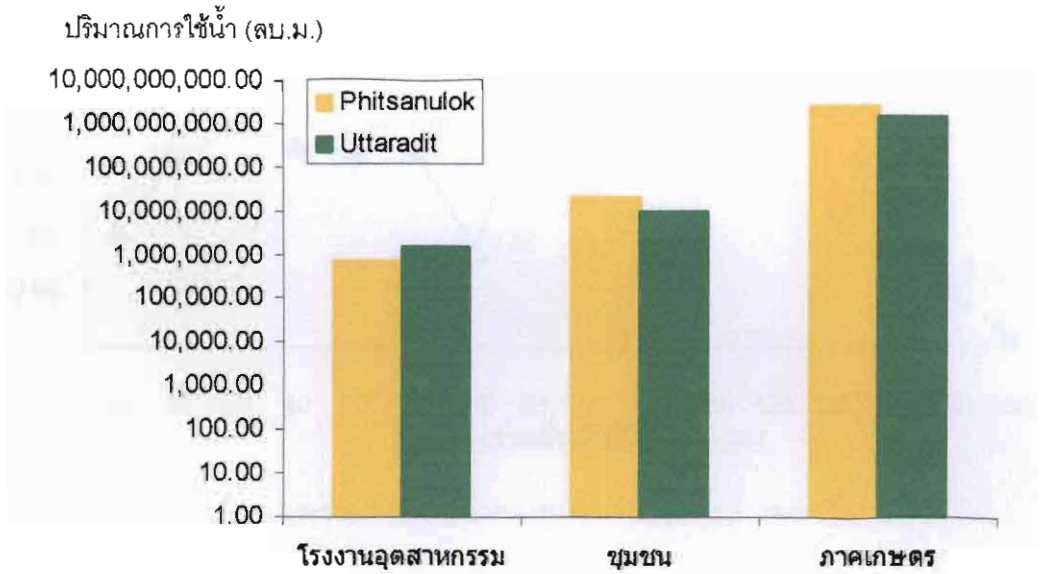
บทที่ 8

บทสรุปความต้องการน้ำ

จากกราฟ (ภาพ 8-1) พบว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำของภาคโรงงานอุตสาหกรรมของพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกเท่ากับ 683, 572 ลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 0.025) ปริมาณความต้องการใช้น้ำภาคชุมชนเท่ากับ 19,540,792 ลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 0.723) และปริมาณความต้องการใช้น้ำภาคเกษตรเท่ากับ 2,700,878,404 ลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 99.251) ส่วนพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์พบว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำของภาคโรงงานอุตสาหกรรมของพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกเท่ากับ 1,483,908 ลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 0.102) ปริมาณความต้องการใช้น้ำภาคชุมชนเท่ากับ 9,234,095 ลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 0.633) และปริมาณความต้องการใช้น้ำภาคเกษตรเท่ากับ 1,449,066,880 ลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 99.266) เมื่อคิดเป็นปริมาณความต้องการใช้น้ำรวมของทั้งสองจังหวัดพบว่า ในส่วนของการใช้น้ำในภาคโรงงานอุตสาหกรรมเท่ากับ 2,167,480 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 0.052 ปริมาณความต้องการใช้น้ำของภาคชุมชนเท่ากับ 28,774,887 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 0.692 และในส่วนของการใช้น้ำภาคเกษตรเท่ากับ 4,129,720,920 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 99.256 จะเห็นได้ว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำโดยรวมทั้งสองจังหวัด มีปริมาณความต้องการใช้น้ำมากที่สุดในส่วนของภาคเกษตร รองลงมาคือส่วนของภาคชุมชน และสุดท้ายคือภาคอุตสาหกรรม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีการประกอบอาชีพทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก ทำให้ปริมาณความต้องการน้ำของพืชที่เพาะปลูกมีปริมาณที่สูงถึงร้อยละ 99.256

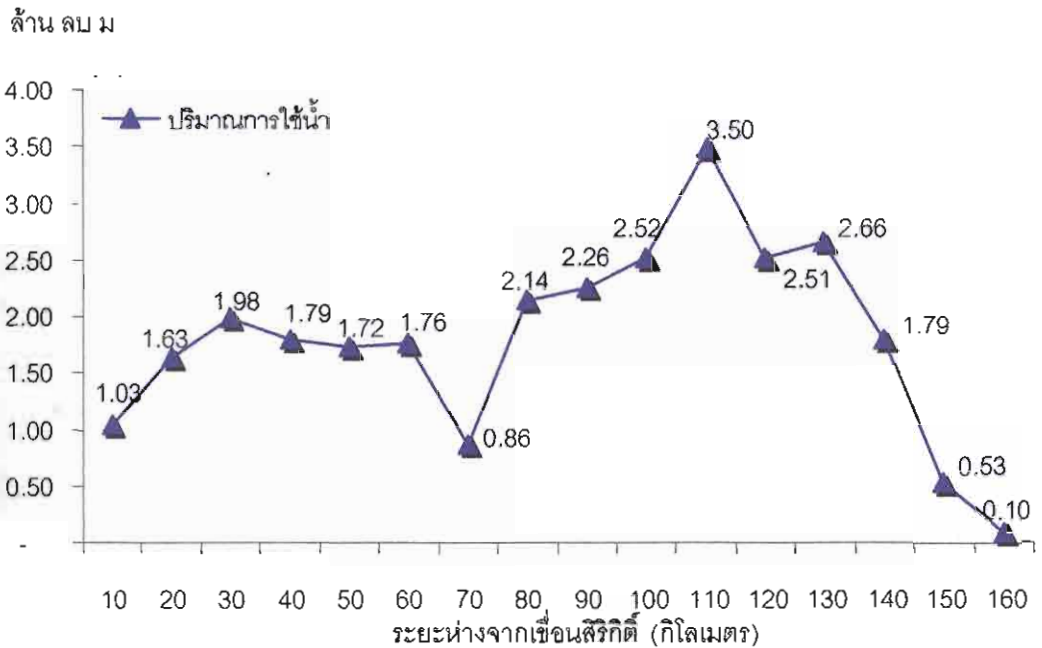
เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ ถึงปริมาณความต้องการใช้น้ำรวมทั้งจังหวัดแล้ว พบว่าจังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณความต้องการใช้น้ำมากถึง 2,700,878,404 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 64.915 และจังหวัดอุตรดิตถ์มีปริมาณการใช้น้ำ 1,459,784,883 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 35.085 จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณความต้องการใช้น้ำในส่วนของการเกษตรน้อยกว่าของจังหวัดอุตรดิตถ์ จากข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดพิษณุโลกซึ่งมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเพียง 76 โรงงาน ในขณะที่จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดอุตรดิตถ์มีมากถึง 211 โรงงาน แต่ในส่วนของการเกษตรและภาคชุมชนพบว่ามีความต้องการใช้น้ำของจังหวัดพิษณุโลกสูงกว่าของจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งจากข้อมูลพบว่าพื้นที่เพาะปลูกของจังหวัดพิษณุโลกมี 3,430,193 ไร่ ส่วนพื้นที่เพาะปลูกของจังหวัดอุตรดิตถ์มี 1,548,054 ไร่ จึงเป็นเหตุทำให้ปริมาณความต้องการใช้น้ำในส่วนของการเกษตรของจังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณที่สูงกว่าจังหวัดอุตรดิตถ์ และภาคชุมชนพบว่า

จำนวนประชากรของจังหวัดพิษณุโลก ปี 2546 มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 867,356 คน จังหวัดอุตรดิตถ์มีจำนวนประชากร 481,640 คน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2547) ทำให้ปริมาณความต้องการใช้น้ำในส่วนของภาคชุมชนของจังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณที่สูงกว่าจังหวัดอุตรดิตถ์



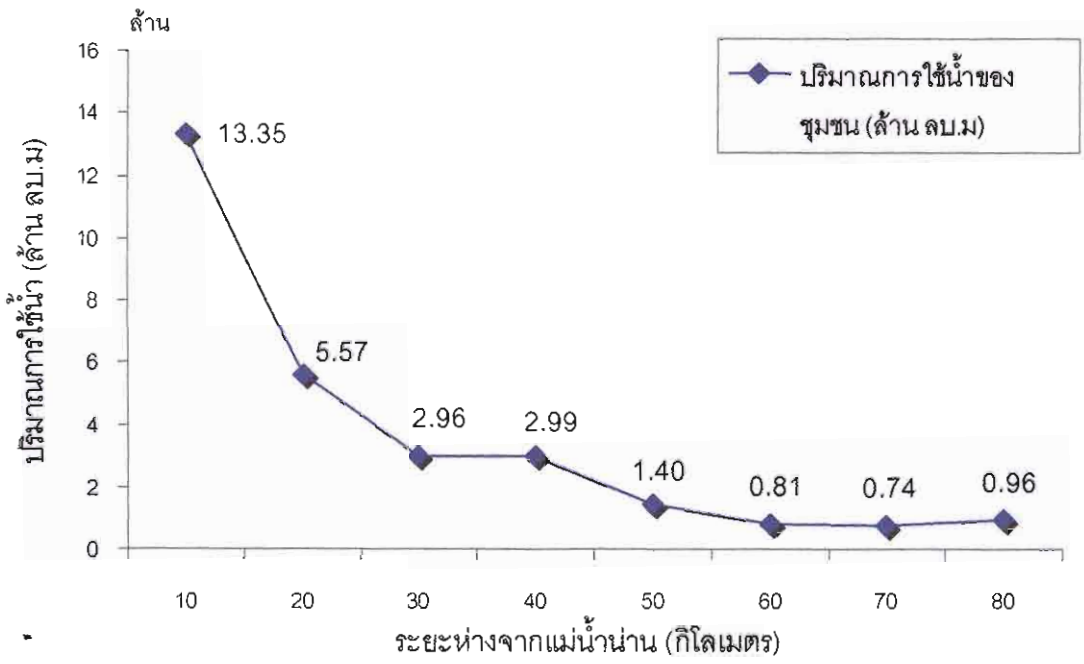
ภาพ 8-1 ปริมาณความต้องการน้ำของโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และภาคเกษตรของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์

จากภาพ 8-2 แสดงให้เห็นถึงปริมาณความต้องการน้ำของชุมชนตามระยะห่างจากเขื่อนสิริกิติ์ พบว่าปริมาณความต้องการน้ำของชุมชนมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงที่ระยะห่าง 100 กิโลเมตร ถึง 110 กิโลเมตร โดยมีปริมาณความต้องการน้ำที่สูงที่สุดคือเท่ากับ 3.50 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 12.15) และจะลดลงเรื่อยๆ ตามระยะห่างจากเขื่อนสิริกิติ์ และมีปริมาณความต้องการน้ำต่ำที่สุดที่ระยะห่างจากเขื่อนสิริกิติ์ ช่วง 150 กิโลเมตร ถึง 160 กิโลเมตร คือเท่ากับ 0.10 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 0.33)



ภาพ 8-2 ปริมาณความต้องการน้ำของชุมชนตามระยะห่างจากเขื่อนสิริกิติ์

จากภาพ 8-3 แสดงให้เห็นถึงปริมาณความต้องการน้ำของชุมชนตามระยะห่างจากแม่น้ำน่าน พบว่าที่ระยะห่างจากแม่น้ำน่านไม่เกิน 10 กิโลเมตร มีปริมาณความต้องการน้ำของชุมชนสูงที่สุด คือเท่ากับ 13.35 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 46.40) ปริมาณความต้องการน้ำที่ระยะห่างจากแม่น้ำน่าน 10 กิโลเมตร ถึง 20 กิโลเมตร เท่ากับ 5.57 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 19.35) ปริมาณความต้องการน้ำที่ระยะห่างจากแม่น้ำน่าน 20 กิโลเมตร ถึง 30 เท่ากับ 2.96 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 10.30) ปริมาณความต้องการน้ำที่ระยะห่างจากแม่น้ำน่าน 30 กิโลเมตร ถึง 40 กิโลเมตร เท่ากับ 2.99 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 10.40) ปริมาณความต้องการน้ำที่ระยะห่างจากแม่น้ำน่าน 40 กิโลเมตร ถึง 50 กิโลเมตร เท่ากับ 1.40 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 4.85) ปริมาณความต้องการน้ำที่ระยะห่างจากแม่น้ำน่าน 50 กิโลเมตร ถึง 60 กิโลเมตร เท่ากับ 0.81 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 2.80) ปริมาณความต้องการน้ำที่ระยะห่างจากแม่น้ำน่าน 60 กิโลเมตร ถึง 70 กิโลเมตร เท่ากับ 0.74 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 2.57) ปริมาณความต้องการน้ำที่ระยะห่างจากแม่น้ำน่าน 70 กิโลเมตรขึ้นไป เท่ากับ 0.96 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 3.33) จากข้อมูลตามระยะห่างจากแม่น้ำน่านจะแสดงให้เห็นถึงความหนาแน่นของชุมชนที่เกิดขึ้นในบริเวณที่ใกล้กับแหล่งน้ำ ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณการใช้น้ำจะมีปริมาณลดลงตามระยะห่างของแม่น้ำน่าน ด้วยเช่นกัน



ภาพ 8-3 ปริมาณการใช้น้ำตามระยะห่างของแม่น้ำน่าน

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

- กรมชลประทาน (2531). คู่มือการปฏิบัติงานส่งน้ำ. กรุงเทพฯ : กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2544). คู่มือการใช้แผนที่น้ำบาดาล จังหวัดพิษณุโลก. กรุงเทพฯ : เอทอป เทคโนโลยี.
- กองการประปาเทศบาลนครพิษณุโลก. (2544). สรุปผลการดำเนินงานปีงบประมาณ 2543. โครงการก้าวหน้าปีงบประมาณ 2544. (ม.ป.ท.).
- การประปานครหลวง. (2540). น้ำเพื่อชีวิต 30 ปี การประปานครหลวง 2516 – 2540. ในการสัมมนาทางวิชาการ. ม.ป.ท : ม.ป.พ.
- กองวางแผนการใช้ที่ดิน (2538). แผนการใช้ที่ดินจังหวัดพิษณุโลก. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กำพล นันทพงษ์. (2544). การศึกษาวิจัยปริมาณการใช้น้ำและคุณภาพน้ำประปาเพื่อการวางแผนการจัดการ และการใช้น้ำในอนาคต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต).
- กัลยาณี ธรรมสิทธิชัย. (2538). การขยายตัวของอุตสาหกรรมบริการกับการจัดการทรัพยากรน้ำในจังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คู่มือการจัดทำเอกสารรายงานวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวางแผนผังเมืองรวม. (2539). กรุงเทพฯ : กรมการผังเมือง กระทรวงมหาดไทย.
- คู่มือการประเมินผลผังเมืองรวม ฉบับปรับปรุง. (2545). กรุงเทพฯ : กรมการผังเมือง กระทรวงมหาดไทย.
- โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทระบบระบายน้ำและกักน้ำที่เทศบาลเมืองพิษณุโลก. (2540). คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จรัญ สายเพชร. (2539). ปัจจัยที่มีผลต่อการขาดแคลนน้ำดื่มที่สะอาดของประชาชนในชนบทจังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ฉัตรชัย พงศ์ประยูร. (2536). การตั้งถิ่นฐานมนุษย์: ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉัตรเพชร ยศพล. (2536). การพยากรณ์ความต้องการน้ำสำหรับการประปาขอนแก่น โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธีรพงศ์ เหล่าสุวรรณ. (2542). การศึกษาความต้องการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยใช้เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ประกอบ วิโรจนฎ และ ฤกษ์ชัย ศรีวราศ. (2543). คุณสมบัติการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. อุบลราชธานี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- พิชิต สกมลพรหมณ์. (2525). การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บารมีการพิมพ์.
- พันพร โชติพฤษ์ชุกุล. (2539). ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ ทักษะและพฤติกรรมการใช้น้ำอย่างประหยัดภายในครัวเรือนของแม่บ้านในเขตเทศบาลเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง วิทยานิพนธ์วท.ม., มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พรทิพย์ บำรุงกลาง. (2542). การผสมผสานเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยในเขตลุ่มน้ำลำพระเพลิง. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (26 มิถุนายน 2543). ระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่ภัยแล้ง. สืบค้นเมื่อวันที่ ตุลาคม พ.ศ. 2545. จาก <http://www.kku.ac.th/drought>
- มนูญ ศรีขจร และ อรุณ พงศ์กาญจนะ. (2540). แนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความแห้งแล้ง. กรุงเทพฯ : คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- มนยศ วรรณะภูติ. (2538). การประเมินความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์เนื่องจากภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม., มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วิรินทร์ เตชะปณิต. (2535). แนวทางการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินเมืองพัทธากับข้อจำกัดการให้บริการน้ำประปา. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานนโยบายและแผน. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). การศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยและภัยธรรมชาติ. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2545. จาก http://www.oepp.go.th/saraweb/des_index.html
- สำนักงานจังหวัดพิษณุโลก. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). ข้อมูลสถิติที่สำคัญจังหวัดพิษณุโลก. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2545. จาก <http://www.moi.go.th/province/237.pdf>
- สำนักงานเทศบาลนครพิษณุโลก. (2544). แผนพัฒนาเทศบาลระยะ 5 ปี (พ.ศ.2545-2549). พิษณุโลก: กองวิชาการ และงานงานเทศบาลนครพิษณุโลก.

- สำนักงานเทศบาลนครพิษณุโลก. (2544). รายงานประจำปี 2544. พิษณุโลก: ต.การพิมพ์.
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย. (2543). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวางระบบเตือนภัยด้านการเกษตร. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.
- สำนักพัฒนามาตรฐานผังเมือง. (2539). คู่มือการจัดทำเอกสารรายงานการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวางผังเมืองรวม. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2542). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2540/241.
- สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก. (2542). สำนะโนประชากรและการเคหะปี พ.ศ.2543. กรุงเทพฯ: กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย.
- เสนีย์ ชัตริวิไล. (2535). การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อมร สุ่มข้า. (2538). อุปสงค์การใช้น้ำในเขตความรับผิดชอบของการประปานครหลวง
- กรณีศึกษาผู้ใช้น้ำประเภทผู้อยู่อาศัย. วิทยานิพนธ์ ศศ. ม., มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Baumann, Duane D., Boland, John J., and Hanemann, W. Michael. (1997). Urban Water Demand Management and Planning. United States: Quebecor/Fairfield.
- Billings, B. R. and Agthe, D.E. (1998). State-Space Versus Multiple Regression for Forecasting Urban Water Demand. J. Water Resources Planning and Management, 124 (2), 113-117.
- Charnock and William, T. (1997). GIS-linked Environmental Process mode (Groundwater, Data integration). Aston University, United Kingdom.
- Dimond, F. R. (1962). The Central Business District of Glasgow. Proceeding of The IGU Symposium in Urban Geography. p. Glasgow: Lunde C.W.K. Cleereys Publishers.
- Environmental systems research institute, Inc. (1996). Working with the Arcview Spatial Analyst. New York : Environmental systems research institute, Inc. (4th ed.).
- Proc, Am, Soc, Civ, Ent Conf, The Role of Social and Behavioral Science in Water Resource Planning and Management
- International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. (July, 2002). Irrigation water requirement. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2546. จาก <http://www.itc.nl/ilwis/applications/application09.asp>

- Randall, D., Cleland, L. and George W. (1997). Water Supply Planning Simulation Model Using Mixed-Integer Linear Programming "Engine". J. Water Resources Planning and Management, 123(2), 116-124.
- Soule Peter, T (1989). Spatial and Temporal Patterns of Multiple Drought Types (Spatial Patterns). University of Georgia, Georgia.
- Thomas, C. Waugh and Richard, G. Healey (Editor). (1999). Advance in GIS Research. Edinburge : Taylor & Francis. Supply Systems. J. Water Resources Planning and Management, 123(4), 250-258.
- Wilchfort, O. and Lund J. R. (1997). Shortage Management Modeling for Urban Water
- Yamane, T. (1973). Statistics: An Introductory Analysis. (3rd Ed.). Tokyo: Harper International Edition.

ภาคผนวก 1 บทความสำหรับการเผยแพร่

ในช่วงที่ประเทศไทยมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูง การขยายตัวของที่อยู่อาศัยและอุตสาหกรรมการผลิตและบริการได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก มีการขยายตัวในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการ และ ชุมชนทั้งที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรม ซึ่งล้วนแต่มีผลทำให้ความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น พื้นที่ของ 2 จังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งได้แก่ อุตรดิตถ์ และ พิจิตรโลก เป็นจังหวัดที่มีบริเวณต่อเนื่องกันและใช้น้ำจากแหล่งน้ำหลักๆ เดียวกัน คือ ลุ่มน้ำน่าน ดังนั้น การใช้น้ำของพื้นที่ซึ่งตั้งอยู่ต้นน้ำก็จะมีผลถึงปริมาณน้ำสำหรับพื้นที่ปลายน้ำด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่มีน้ำน้อย เช่น ฤดูแล้ง ปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่จะรุนแรงและชัดเจน จนบ่อยครั้งการขาดแคลนน้ำกลายเป็นสาเหตุของความขัดแย้งระหว่างพื้นที่หรือชุมชน จากเหตุผลข้างต้น ถ้าปล่อยให้การใช้น้ำเป็นไปอย่างไม่มีแบบแผน และไม่มีระบบฐานข้อมูลความต้องการใช้น้ำอย่างชัดเจน ความขัดแย้งในการใช้น้ำจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงและหาข้อยุติได้ยาก ในกรณีนี้ งานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลและแบบจำลองของความต้องการน้ำในส่วนต่างๆ ของทั้งระบบ จะทำให้มีเครื่องมือที่สามารถประมาณความต้องการน้ำตามสภาวะและเงื่อนไขที่กำหนดได้ และจะช่วยให้สามารถรู้ความต้องการน้ำได้ชัดเจนและประเมินผลกระทบโดยรวมที่อาจจะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า อันจะเป็นประโยชน์มากสำหรับพื้นที่หรือจังหวัดที่ใช้น้ำจากแหล่งร่วมกัน ระบบที่จะพัฒนาขึ้นนี้จึงนับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการจัดการ การหาข้อยุติข้อตกลง หรือวางแผนล่วงหน้า ที่จะช่วยลดความขัดแย้งหรือปัญหาเรื่องการใช้น้ำได้ก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง

โครงการนี้เป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลและสารสนเทศความต้องการน้ำ และแบบจำลองการใช้น้ำของเมืองและชนบท ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับเป็นระบบที่สนับสนุนการจัดการทรัพยากรน้ำทางด้านอุปสงค์ (demand side) โดยศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปฐภูมิและทุติยภูมิทั้งในเขตเมือง (ซึ่งหมายถึงพื้นที่ในเขตเทศบาลนคร เทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล) และชนบท (ซึ่งหมายถึงพื้นที่นอกเขตเทศบาล) ครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด คือ อุตรดิตถ์ และพิจิตรโลก ที่ใช้น้ำผิวดินจากลุ่มน้ำที่เป็นแหล่งเดียวกัน เพื่อนำไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) แล้วนำมาพัฒนาเป็นแบบจำลองหลักๆ 3 ประเภท คือ แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง แบบจำลองสมดุลน้ำ และแบบจำลองความต้องการน้ำในภาคชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ของพื้นที่ต่างๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นระบบที่สามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดการน้ำ โดยระบบที่จะพัฒนาขึ้นนี้ ประกอบด้วยฐานข้อมูลความต้องการน้ำเชิงพื้นที่และแบบจำลองความต้องการน้ำของชุมชน

อุตสาหกรรม และการเกษตร ซึ่งฐานข้อมูลและแบบจำลองสามารถนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย หรือใช้สังเคราะห์ข้อมูลที่สนับสนุนการบริหารการใช้ทรัพยากรน้ำให้เป็นไปอย่างเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ โดยสามารถมองเห็นภาพรวมและผลกระทบที่มีต่อพื้นที่อื่นซึ่งใช้น้ำจากแหล่งเดียวกันด้วย ระบบดังกล่าวนี้สามารถนำเงื่อนไข เช่น ปัจจัยด้านภูมิอากาศ ประเภทการใช้ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร เข้ามาเป็นองค์ประกอบในการประมวลผลได้ด้วย โดยมีสรุปผลงานวิจัยที่ดำเนินการแล้วดังนี้

1. สร้างระบบฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การวิจัยในส่วนนี้ได้รวบรวมและนำข้อมูลระดับปฐภูมิและหัตถภูมิทั้งในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เพื่อจัดสร้างเป็นระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยได้จัดทำตามมาตรฐานโครงสร้างข้อมูลในรูปพจนานุกรมข้อมูล (data dictionary) ตามที่ได้ออกแบบไว้โดยใช้หลักของแบบจำลองเชิงสัมพันธ์ (relational model) เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในเนื้อหาส่วนต่างๆในโครงการวิจัย

2. พัฒนาระบบฐานข้อมูล พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ และสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง

การวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดภัยแล้งของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดพิษณุโลก ฐานข้อมูลในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งประกอบด้วยตัวแปรสิ่งแวดล้อมทั้งหมด 15 ตัวแปร ซึ่งได้แบ่งเป็น 4 ด้านหลักๆ คือ ด้านน้ำฝน ด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ และด้านสภาพภูมิประเทศและดิน สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งได้วิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการ 3 วิธี ได้แก่ 1) อาศัยเกณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญ (expert system) และ 2) วิธีสถิติจำแนกกลุ่ม (discriminant analysis) สุดท้าย ทั้ง 2 วิธีได้ให้ผลการทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดระดับเสี่ยงภัยแล้งในทุกพื้นที่ขนาด 40x40 เมตร โดยระดับเสี่ยงภัยแล้งถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ไม่เสี่ยง เสี่ยงต่ำ เสี่ยงปานกลาง และเสี่ยงสูง ซึ่งผลที่วิเคราะห์ได้นำมาเปรียบเทียบกับผลการประเมินจากแบบสำรวจจากภาคสนามและแบบสำรวจข้อมูล กชช. 2 ค เพื่อเลือกวิธีการที่ให้ความถูกต้องมากที่สุดในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

ผลการวิจัย พบว่า วิธีสถิติจำแนกกลุ่มสามารถให้ความถูกต้องของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งมากกว่าวิธีอื่น โดยเมื่อใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ได้จากวิธีสถิติจำแนกกลุ่มซึ่งคำนวณจากตัวแปรทั้ง 15 ตัวแปรสามารถอธิบายความเสี่ยงต่อภัยแล้งของพื้นที่ได้ร้อยละ 95.4 ทั้งนี้พบว่าระดับความเสี่ยงภัยแล้งมีค่าสหสัมพันธ์กับปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ($R=0.95$) มากกว่า

ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน ($R=0.92$) ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ($R=0.91$) และปัจจัยด้านน้ำฝน ($R=0.88$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ในจำนวนทั้งหมด 15 ตัวแปร มี 4 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงกับระดับเสี่ยงภัยแล้ง คือ ตัวแปรระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน ศักยภาพชั้นหินให้น้ำ ความสามารถในการให้น้ำของบ่อบาดาล และระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน ผลการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงแล้งได้นำมาประเมินขนาดเนื้อที่ของการใช้ที่ดินในแต่ละอำเภอที่เสี่ยงต่อภัยแล้งสูง ปานกลาง ต่ำ และไม่เสี่ยง

3. สร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปา

การวิจัยในส่วนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับประเมินสถานภาพการใช้น้ำประปาและสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย รวมทั้งศึกษาปัจจัยด้านประชากร และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา โดยเลือกพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกในการจำลอง โดยการจำลองความต้องการน้ำประปาจากอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Exponential growth formula) และทำการพยากรณ์ความต้องการน้ำประปาตามปีเป้าหมายที่กำหนดไว้ทุก 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 – 2565

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณความต้องการน้ำประปาทั้งหมดของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในรอบ 3 ปี (พ.ศ. 2543 – 2545) มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 102.20 ± 35.24 ลูกบาศก์เมตร/คน/ปี คิดเป็น 280.00 ± 96.56 ลิตร/คน/วัน และจากการประเมินสถานภาพความต้องการน้ำประปาในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาพบว่า 6 เขตบริการที่มีปริมาณความต้องการน้ำเกินอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย คือ เขตที่ 11 (417.56 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 1 (400.19 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 9 (395.17 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 3 (381.95 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 10 (322.00 ลิตร/คน/วัน) และเขตที่ 5 (287.64 ลิตร/คน/วัน) และจากการวิเคราะห์ปัจจัยด้านประชากร เศรษฐกิจ สังคม และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่คาดว่ามียังปัจจัยอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก ในรูปแบบของสมการถดถอยแบบพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่ามีกลุ่มตัวแปรพยากรณ์ 3 ตัวที่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ในการพยากรณ์ คือ จำนวนประชากรเฉลี่ยต่อครัวเรือน เนื้อที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม และจำนวนที่อยู่อาศัยประเภทบ้านแฝด โดยสมการถดถอยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77 ในส่วนของการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตในปี พ.ศ. 2545-2565 นั้น ในการคำนวณค่าอัตราเพิ่มของประชากรจากสมการอัตราเพิ่มของประชากรโดยอาศัยข้อมูลสถิติประชากรปีพ.ศ. 2535-2545 พบว่าเทศบาลนครพิษณุโลกมีอัตราเพิ่มประชากรเท่ากับ 1.02 ซึ่งค่าอัตราเพิ่มของประชากรนี้ได้นำมาเพื่อใช้

คำนวณจำนวนประชากรในปีอนาคตเป้าหมาย โดยวิธีการคำนวณด้วยสมการ Exponential growth และโดยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรม STELLA ผลการคำนวณพบว่าการทำนายจำนวนประชากร โดยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรม STELLA ให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับสถิติจำนวนประชากรปีพ.ศ. 2535-2545 มากกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการคำนวณด้วยสมการ Exponential growth โดยผลการคำนวณได้จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2560 เท่ากับ 89,390 94,085 และ 99,026 คน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากสถิติสำมะโนประชากรของจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2543 พบว่ามีประชากรเขตเทศบาลเพียงร้อยละ 79.4 เท่านั้นที่เกิดในจังหวัดเดียวกับที่อยู่ในปัจจุบัน (ที่เหลืออีกร้อยละ 21.6 มีการย้ายถิ่นไปอยู่ที่อื่น) ดังนั้นจึงได้นำค่าร้อยละ 79.4 มาปรับแก้ค่าจำนวนประชากรที่คาดการณ์เพื่อให้ได้จำนวนประชากรสุทธิที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกจริง ดังนั้นเมื่อคำนวณอัตราการใช้น้ำต่อหัวของประชากรสุทธิ จากปริมาณการจำหน่ายน้ำในส่วนของประเภทการใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย พบว่ามีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยตั้งแต่ พ.ศ. 2535-2545 เท่ากับ 296.31 ± 28.44 ลิตรต่อวันต่อคน หรือ 108.15 ± 10.38 ลูกบาศก์เมตร/คน/ปี หรือได้สมการถดถอยเส้นตรงคือ อัตราการใช้น้ำ = $7.2073 * \text{จำนวนปี} + 253.06$ ($R^2 = 0.72$) อย่างไรก็ตามในการพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำในปีอนาคตนั้น ในการวิจัยได้ใช้อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของข้อมูล 3 ปีล่าสุด (พ.ศ. 2543-2545) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 115.81 ± 3.63 ลูกบาศก์เมตร/คน/ปี เพื่อคำนวณความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเพื่อการอยู่อาศัย ผลการจำลองด้วยโปรแกรม STELLA พบว่า ความต้องการน้ำประปาในปี พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2565 เท่ากับ 8,323,841 8,761,008 9,221,134 และ 9,705,426 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

4. สร้างแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

การวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน และประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน รวมทั้งสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน โดยเลือกพื้นที่โครงการชลประทานหลายชุมพลในการจำลอง ในการประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน และประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน คำนวณจากสมการด้านล่างนี้

$$IWD = [CWR - (ER - COR)] * (A / Ef) \text{ (ถ้าฝนตกมากกว่า CRW ให้ IWDnet = 0)}$$

$$IWS = \text{ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ส่งจริง (m3/sec)} * 0.6048$$

$$IRR_{ef} = [(IWD - GWU) / IWS] * 100$$

$$IWU_{ef} = PRO / (IWS - GWU)$$

- เมื่อ IRR_{ef} หมายถึง ประสิทธิภาพการชลประทาน (%)
- IWU_{ef} หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน (Kg/m^3)
- IWD หมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (mcm)
- CRW หมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (mm.)
- ER หมายถึง ปริมาณฝนใช้การ (mm.)
- A หมายถึง พื้นที่เพาะปลูกรายโซน (ไร่)
- Ef หมายถึง ค่าคงที่ของประสิทธิภาพคลองชลประทาน
- GWU หมายถึง ปริมาณน้ำใต้ดินเฉลี่ยที่เกษตรกรสูบน้ำในพื้นที่ (m^3)
- IWS หมายถึง ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่จัดส่ง (mcm)
- PRO หมายถึง ปริมาณผลผลิต (Kg)

จากค่าประสิทธิภาพการชลประทานการชลประทานและการใช้น้ำชลประทาน ได้นำมาวิเคราะห์หสัมพันธ์กับข้อมูลคุณลักษณะของพื้นที่และคุณลักษณะของเกษตร เช่น ความยาวคลอง ความหนาแน่นของคลอง ความกว้างยาวของพื้นที่(หรือระยะห่างจากคลอง) จำนวนรายเกษตรกร และระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำ

5. แบบจำลองน้ำในดินและการประเมินปฏิทินการเพาะปลูกพืชแบบอาศัยน้ำฝน

การวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประมาณปริมาณน้ำในดินรายสัปดาห์ในรอบปีของทุกพื้นที่ขนาด 40×40 เมตรของจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ โดยอาศัยแบบจำลองสมดุลน้ำ (water balance model) ซึ่งอาศัยหลักสมดุลของสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรหลักๆ 5 ตัว คือ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการซึมลึก และปริมาณน้ำในดิน ซึ่งปริมาณน้ำในดินที่คำนวณได้มีค่าแตกต่างกันตามการผันแปรเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ความลาดชัน และประเภทเนื้อดิน ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินรายสัปดาห์ได้นำมาจัดทำในรูปแบบที่ปฏิทินการเพาะปลูกพืชตามความเหมาะสมของจำนวนสัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเพียงพอและแผนที่ปฏิทินการเพาะปลูกพืชตามความเหมาะสมของจำนวนสัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเพียงพอเมื่อพิจารณาร่วมกับความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกพืชแต่ละชนิดที่กำหนดไว้ในโปรแกรม Soil View โดยในการศึกษานี้ได้แบ่งชนิดพืชออกเป็น 4 ประเภทหลักๆ ตามปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช คือ พืชผัก (vegetable) พืชไร่ (field crops) ข้าวไร่ (upland rice) และข้าวที่ลุ่มต่ำ (lowland rice) ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของปฏิทินการเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์ได้นำมาประเมินขนาดเนื้อที่การเพาะปลูกในแต่ละประเภทในระดับรายตำบล

จากการศึกษาสมดุลน้ำ โดยใช้แบบจำลองสมดุลน้ำที่ประกอบด้วยตัวแปรหลักคือ น้ำฝน ปริมาณการคายระเหย ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการซึมลึก และปริมาณน้ำในดิน สรุปได้ดังนี้

(1) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณของน้ำฝนเท่ากับ 2,094 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 13,948 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และจังหวัดอุดรดิตถ์มีปริมาณของน้ำฝนเท่ากับ 1,925 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 9,395 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(2) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการระเหย (จากผากระเหย) เท่ากับ 2,540 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมของการระเหยทั้งจังหวัดเท่ากับ 16,914 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับจังหวัดอุดรดิตถ์มีปริมาณการระเหยเท่ากับ 2,363 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมของการระเหยทั้งจังหวัดเท่ากับ 11,534 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการระเหยจริงเท่ากับ 1,431 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งมีปริมาณรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 9,532 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดอุดรดิตถ์มีปริมาณการระเหยจริงเท่ากับ 1,275 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งมีปริมาณรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 6,213 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(3) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 515.9 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 3,435 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดอุดรดิตถ์มีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 537 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 2,617 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(4) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการซึมลึกทั้งหมดเฉลี่ย 247.0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 1,644 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดอุดรดิตถ์มีปริมาณการซึมลึกเฉลี่ย 196.5 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 957 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(5) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 97 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินตลอดทั้งปีสำหรับพื้นที่ทั้งหมด เท่ากับ 645 ล้านลูกบาศก์เมตร และเมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกมีปริมาณเฉลี่ย 88 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 309 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับปริมาณน้ำในดินจังหวัดอุดรดิตถ์มีปริมาณเฉลี่ย 79 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินตลอดทั้งปีสำหรับพื้นที่ทั้งหมด เท่ากับ 384 ล้านลูกบาศก์เมตร และเมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูก มีปริมาณเฉลี่ย 37 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 81 ล้านลูกบาศก์เมตร

การศึกษาปริมาณน้ำในดินสะสมเริ่มต้นคิดจากสัปดาห์ที่ 17 โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำที่ดินสะสมสามารถกักเก็บได้ไม่เกินความสามารถอุ้มน้ำได้ของดินโดยกำหนดให้ดินที่ความลึกที่ 50 ดินสามารถกักเก็บน้ำได้สูงสุดร้อยละ 50 ปริมาตรของดินทั้งหมด (การศึกษาค้นคว้าความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินสูงสุดเท่ากับ 400 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) ผลการศึกษา พบว่า

จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณของน้ำในดินเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง สัปดาห์ที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2 ของปีถัดมา) รวมทั้งสิ้น 36 สัปดาห์ ซึ่งสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 17 เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีน้ำในดิน มีปริมาณน้ำในดินต่ำสุด คือ 0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ปริมาณน้ำในดินสูงสุดเท่ากับ 400 (สัปดาห์ที่ 33 ถึง สัปดาห์ที่ 41) สัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยสูงสุดคือสัปดาห์ที่ 38 เท่ากับ 75.1 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 74.4 ล้านลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 40 และ 39 เท่ากับ 73.6 และ 73.2 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ และมีผลรวม ตามลำดับ 71.3 และ 75.3 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับผลการศึกษาปริมาณน้ำในดินสะสมของจังหวัดอุดรติดิพบว่าปริมาณของน้ำในดินเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง สัปดาห์ที่ 3 (สัปดาห์ที่ 3 ของปีถัดมา) รวมทั้งสิ้น 37 สัปดาห์ ซึ่งสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 17 เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีน้ำในดิน มีปริมาณน้ำในดินต่ำสุด คือ 0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ปริมาณน้ำในดินสูงสุดเท่ากับ 400 (สัปดาห์ที่ 34 ถึง สัปดาห์ที่ 40) สัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยสูงสุดคือสัปดาห์ที่ 39 เท่ากับ 34.5 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 75.4 ล้านลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 38 และ 40 เท่ากับ 34.1 และ 32.7 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ และมีผลรวม ตามลำดับ 74.3 และ 71.3 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 2 จังหวัด ในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 25 เป็นช่วงที่มีความชื้นระดับจุดเหี่ยวถาวรทั่วไปส่วนปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืชจะเริ่มกระจายตัวตั้งแต่สัปดาห์ที่ 26 ถึงสัปดาห์ที่ 52 สำหรับสัปดาห์ที่ 28 ถึงสัปดาห์ที่ 46 มีความชื้นระดับความชื้นสนาม และในสัปดาห์ที่ 33 ถึงสัปดาห์ที่ 41 จะมีพื้นที่ที่มีความชื้นระดับดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งกระจายตามพื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านทิศใต้ของทั้ง 2 จังหวัด

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินต่อการปลูกพืชการครั้งนี้ได้แบ่งปริมาณของน้ำในดิน 4 ระดับตามปริมาณการใช้น้ำของพืช 4 ชนิด พืชผัก พืชไร่ ข้าวไร่ และข้าว ซึ่งเป็นปริมาณความต้องการน้ำของพืชเฉลี่ยต่อสัปดาห์ และกำหนดให้มีระยะเวลาที่มีปริมาณน้ำในดินต่อเนื่องจนครบอายุเก็บเกี่ยว พบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินที่สามารถรองรับการปลูกทั้ง 4 ประเภท พบว่า พืชผักเหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 ถึง 46 รวม 26 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผักมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 37 มีพื้นที่ 716,726 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 1,359,608 ไร่) พืชไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21 ถึง 44 รวม 23 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่มากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 35 มีพื้นที่ 1,231,965 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 1,297,241 ไร่) และข้าวไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 37 รวม 5 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวไร่มากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 35 มีพื้นที่ 24,784 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 65,276 ไร่) และข้าวเหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึง

สัปดาห์ที่ 38 รวม 13 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 103,994 ไร่ จังหวัดพิษณุโลกมีความเหมาะสมรวมของพื้นที่ปลูกพืชมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 53, 4 และ 36 คือ 1,513,281 ไร่, 1,491,927 ไร่ และ 1,480,409 ไร่ ตามลำดับ สำหรับจังหวัดอุดรธานีพบว่า พืชผักเหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 19 ถึง 47 รวม 28 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผักมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 36 มีพื้นที่ 211,836 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 396,200 ไร่) พืชไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 19 ถึง 45 รวม 26 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่มากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 309,458 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 328,202 ไร่) และข้าวไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 36 รวม 4 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 5,516 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 18,744 ไร่) และข้าวเหมาะสมปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 26 จนถึงสัปดาห์ที่ 35 รวม 13 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 18,067 ไร่ จังหวัดอุดรธานีมีความเหมาะสมรวมของพื้นที่ปลูกพืชมากที่สุดคือในสัปดาห์ที่ 3 43, 5 และ 36 คือ 497,376 ไร่, 423,724 ไร่ และ 396,200 ไร่ ตามลำดับ

เมื่อนำปริมาณของน้ำในดินมาหาวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงพื้นที่ร่วมกับความเหมาะสมของดินของโปรแกรม Soil View ผลการศึกษาพบว่าลักษณะความเหมาะสมที่ 1 ถึง 55 เป็นลักษณะที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชจากปัจจัยของน้ำในดินและคุณสมบัติของดินที่เอื้อต่อการเพาะปลูก ลักษณะที่ 14, 28, 42 และลักษณะที่ 56 พบว่าปัจจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช ลักษณะที่ 57 ถึง 69 พบว่าปัจจัยเกี่ยวกับน้ำในดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช สำหรับลักษณะที่ 70 พบว่าทั้งน้ำในดินและคุณสมบัติของดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช ผลการศึกษา พบว่า จังหวัดพิษณุโลกเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผักตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 ถึง 46 รวม 26 สัปดาห์ พืชไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 22 ถึง 44 รวม 22 สัปดาห์ ข้าวไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 37 รวม 5 สัปดาห์ และข้าวเหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึงสัปดาห์ที่ 38 รวม 9 สัปดาห์ สัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 35 มีเนื้อที่ 1,380,076 ไร่ รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 34 และ 36 มีเนื้อที่ 1,357,386 ไร่ และ 1,349,421 ไร่ ตามลำดับ และสำหรับจังหวัดอุดรธานีมีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผักตั้งแต่สัปดาห์ที่ 19 ถึง 47 รวม 28 สัปดาห์ พืชไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 ถึง 45 รวม 26 สัปดาห์ ข้าวไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 36 รวม 4 สัปดาห์ และข้าวเหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึงสัปดาห์ที่ 39 รวม 10 สัปดาห์ สัปดาห์ที่มี

พื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชมากที่สุดคือสปีดนาห์ที่ 34 มีเนื้อที่ 469,820 ไร่ รองลงมาคือสปีดนาห์ที่ 35 และ 36 มีเนื้อที่ 394,005 ไร่ และ 369,048 ไร่ ตามลำดับ

ซึ่งพื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชจากทั้ง 2 ปัจจัยของจังหวัดพิษณุโลกในสปีดนาห์ที่ 35 ซึ่งเป็นสปีดนาห์ที่มีเนื้อที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมากที่สุด มีเนื้อที่ลดลงจากความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกจากปัจจัยของน้ำในดินเพียงอย่างเดียว คือจากเนื้อที่ 1,513,281 ไร่ ลดลงเหลือ 1,380,076 ไร่ สำหรับจังหวัดอุดรธานีพบว่า ในสปีดนาห์ที่ 34 ซึ่งเป็นสปีดนาห์ที่มีเนื้อที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมากที่สุด มีเนื้อที่ลดลงจากความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกจากปัจจัยของน้ำในดินเพียงอย่างเดียว คือจากเนื้อที่ 497,376 ไร่ ลดลงเหลือ 469,820 ไร่

6. หิ้งตำบลหนึ่งแหล่งน้ำ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ดัชนีอุปสงค์และดัชนีอุปทานสำหรับจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และนำดัชนีที่ได้มาใช้ในการจัดลำดับในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรของแต่ละตำบล ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 ได้แก่ ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช ดัชนีเศรษฐกิจ ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ ร่วมกับการใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม (K-Mean Clustering Analysis และ Discriminant Analysis) นั้น พบว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถอธิบายถึงขีดความสามารถของศักยภาพทั้งทางด้านอุปสงค์ และทางด้านอุปทานที่เกิดขึ้นในแต่ละตำบลได้ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 ดังนั้นลำดับของคะแนนที่เกิดขึ้นจากแต่ละดัชนีจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในแต่ละด้านที่เกิดขึ้นของระดับตำบล ซึ่งผลการศึกษาสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและการจัดการในอนาคตได้อย่างถูกต้อง ตามสภาพที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงพหุ ที่สามารถทำนายทั้งลำดับของดัชนีเศรษฐกิจที่เกิดขึ้น ในระดับตำบลโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลของ กชช 2ค ซึ่งมีการจัดเก็บทุก 2 ปีได้ และยังสามารถทำนายลำดับของการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดย สมการถดถอยเชิงพหุที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งมาจากดัชนีทั้ง 7 ดัชนี

ดัชนีอุปสงค์

สำหรับดัชนีอุปสงค์ ซึ่งประกอบไปด้วย ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช และดัชนีเศรษฐกิจ จะเป็นตัวกำหนดระดับความต้องการน้ำสำหรับพื้นที่เกษตรในแต่ละตำบล

ดัชนีเสี่ยงแล้ง

ระดับของพื้นที่เสี่ยงแล้ง จะเป็นดัชนีหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของพื้นที่ที่มีปัญหาทางด้านการขาดแคลนน้ำในระดับตำบล โดยที่สมการสำหรับการวิเคราะห์ดัชนีเสี่ยงแล้งได้มาจาก 4 ปัจจัยด้วยกัน (15 ตัวแปร) ได้แก่ ปัจจัยทางด้านความเสี่ยงแล้งด้านน้ำฝน ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ด้านสภาพภูมิประเทศและดิน และด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ซึ่งพบว่าในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลทั้งสิ้น 156 ตำบล อยู่ในพื้นที่ จังหวัดพิษณุโลก 93 ตำบล และจังหวัดอุตรดิตถ์ 63 ตำบล อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งต่ำมากถึงไม่เสี่ยง จำนวน 62 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.74 อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งต่ำ จำนวน 72 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งปานกลาง จำนวน 19 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 12.18 และอยู่ในระดับเสี่ยงแล้งสูง จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.92

ดัชนีความต้องการน้ำของพืช

สำหรับดัชนีความต้องการน้ำของพืช จะเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกและมีความต้องการน้ำสำหรับเพาะปลูกพืชในแต่ละพื้นที่ ตัวแปรที่ใช้ ได้แก่ เนื้อที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิด ค่าความต้องการน้ำของพืชชนิดต่างๆ และจำนวนครั้งที่ปลูกในรอบปี ซึ่งพบว่าระดับของดัชนีความต้องการน้ำของพืช ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่ต้องการ จำนวน 23 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 14.74 ตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 66 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 42.31 ตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 และตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับที่สูง จำนวน 11 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 7.05

ดัชนีเศรษฐกิจสังคม

ดัชนีเศรษฐกิจสังคมจะเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคม ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำและการเกษตร ของแต่ละพื้นที่ โดยดัชนีนี้จะได้มาจากการการคัดเลือกข้อมูล กชช 2ค จึงมีตัวแปรทั้งสิ้น 56 ตัวแปร และได้้นำตัวแปรทั้ง 56 มาวิเคราะห์เพื่อหาสมการถดถอยเชิงพหุสำหรับพยากรณ์ ระดับของดัชนีเศรษฐกิจสังคมที่จะเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ของทั้งจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ามีตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดีมาก จำนวน 42 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 26.92 ตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดี จำนวน 60 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 38.46 ตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมปานกลาง จำนวน 50 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 32.05 และตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมต่ำ จำนวน 4 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 2.56

ดัชนีอุปทาน

ในส่วนของดัชนีอุปทาน ซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่ ทั้งของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ประกอบไปด้วย ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ

ดัชนีน้ำท่า

ดัชนีน้ำท่า เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงระดับของปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นของแต่ละพื้นที่ ซึ่งพบว่าระดับของดัชนีน้ำท่า ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่มี จำนวน 41 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 26.28 ตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 79 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 50.64 ตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 2.56 และตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับที่สูง จำนวน 32 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 20.51

ดัชนีน้ำในดิน

ดัชนีน้ำในดิน เป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงระดับของน้ำในดินที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ามีตำบลที่มีระดับน้ำในดินต่ำมากถึงไม่มี จำนวน 12 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 7.69 ตำบลที่มีระดับน้ำในดินต่ำ จำนวน 48 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 30.77 ตำบลที่มีระดับน้ำในดินปานกลาง จำนวน 65 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 41.67 และตำบลที่มีระดับน้ำในดินสูง 31 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 19.87

ดัชนีแหล่งน้ำ

ดัชนีแหล่งน้ำ เป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงระดับของร้อยละของแหล่งน้ำที่มีเทียบกับพื้นที่เกษตรของแต่ละตำบล ซึ่งพบว่ามีตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำมาก จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.92 ตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำปานกลาง จำนวน 1 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 0.64 ตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำน้อย จำนวน 49 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 31.41 และตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำต่ำ จำนวน 103 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 66.03

ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ

ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของระยะห่างจากแหล่งน้ำจากตำบลถึงแหล่งน้ำที่มีอยู่ และยังสามารถแสดงให้เห็นถึงความศักยภาพของการมีแหล่งน้ำ และการนำน้ำจากแหล่งน้ำไปใช้ประโยชน์ในแต่พื้นที่ของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งพบว่ามีตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำน้อย จำนวน 21 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 13.46 ตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำปานกลาง จำนวน 28 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 17.95 ตำบลที่มีระยะห่างจาก

แหล่งน้ำมาก จำนวน 103 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 66.03 และตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำมากที่สุด จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 2.56

สำหรับการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ ซึ่งใช้ค่าผลรวมของระดับของดัชนีทั้ง 7 ดัชนี มาวิเคราะห์และจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม ออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน พบว่าสมการของการลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำที่ใช้ค่ามาตรฐานของดัชนีทั้ง 7 สามารถอธิบายการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลได้ถึงร้อยละ 86.2 และดัชนีทั้ง 7 มีค่าทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 สำหรับพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าตำบลที่ไม่ควรได้รับการพัฒนา มีจำนวน 24 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 15.38 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะหลัง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะปานกลาง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 และตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะแรก จำนวน 20 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 12.82

7. การพัฒนาโปรแกรมชื่อ “ น้ำน่าน ” สำหรับเรียกใช้และแสดงผลฐานข้อมูล

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจต้องมีย่อประกอบสำคัญ 3 ประการคือ (1) ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (2) องค์ความรู้ และ (3) ระบบเรียกใช้และแสดงผล จุดเด่นของระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือสามารถนำข้อมูลด้านต่าง ๆ มาวิเคราะห์ร่วมกันอย่างบูรณาการ โดยที่ผู้ตัดสินใจสามารถจำลองสถานการณ์หรือตั้งเงื่อนไขของสถานการณ์หรือกำหนดทางเลือกเพื่อคาดคะเนผลที่อาจเกิดขึ้น ในการวิจัยส่วนนี้เป็นการนำฐานข้อมูลและองค์ความรู้จากการวิจัยมาพัฒนาเป็นระบบเรียกใช้ในรูปโปรแกรม “ น้ำน่าน ” ซึ่งผู้ใช้สามารถตั้งเงื่อนไขเพื่อจำลองสถานการณ์ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้สามารถเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของพื้นที่ โปรแกรม น้ำน่าน ประกอบด้วยโมดูลทั้งหมด 6 โมดูล คือ DROUGHT, WATBUD, CROPWAT, URBWAT, WATMAN และ WATDEM โดยแต่ละโมดูลมีเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

(1) DROUGHT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านพื้นที่ขาดแคลนน้ำ

(2) WATBUD เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านงบประมาณน้ำในรูปน้ำฝน น้ำระเหย น้ำท่าผิวดิน น้ำในดิน และน้ำซึมลึก

(3) CROPWAT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านความต้องการใช้เพื่อการเพาะปลูกพืช

(4) URBWAT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านความต้องการใช้น้ำเพื่อการประปา

(5) WATMAN เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล โดยพิจารณาจากปัจจัยทางอุปสงค์และอุปทานด้านทรัพยากรน้ำของพื้นที่

(6) WATDEM เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปสงค์และอุปทานน้ำ

ภาคผนวก 2 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

โครงการวิจัยได้จัดกิจกรรมการประชุม 2 ครั้ง ดังรายละเอียดดังนี้

ครั้งที่ 1 การประชุมความก้าวหน้าการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท จัดขึ้นในวันอังคารที่ 26 สิงหาคม 2546 ณ ห้องประชุม AG 2203 คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร





ครั้งที่ 2 การประชุมเผยแพร่ผลการวิจัยและโปรแกรม "น่านาน" จัดขึ้นในวันที่ 27-28 ตุลาคม 2547 ณ ห้องประชุม AG 2203 คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร









ภาคผนวก 3 ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการจริง โดยจำแนกตามรายงวดประมาณ 6 เดือน

งวดที่	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการจริง
1	1. การรวบรวมและสำรวจข้อมูล ทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง - วางแผนการออกเก็บข้อมูลและสำรวจข้อมูล - ขอข้อมูล เอกสารและรายงานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง - ออกสำรวจและเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ของโครงการ - ทบทวนเอกสาร งานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง - ศึกษามาตรฐานข้อมูล 2. วิเคราะห์สาเหตุและกำหนดตัวแปรของการขาดแคลนน้ำ - ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำ - จัดแบ่งกลุ่มข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำ - กำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำ 3. ออกแบบและจัดสร้างฐานข้อมูล - ออกแบบโครงสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลคุณลักษณะจากทุกหน่วยงาน - นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่จากการรวบรวมเข้าสู่โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 4. วิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงในการขาดแคลนน้ำ - ศึกษาฐานข้อมูลด้านภูมิอากาศ อุทกวิทยา และกายภาพ ที่ใช้สำหรับกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง - กำหนดค่าองศาความรุนแรงของตัวแปรในแต่ละด้าน	1. รวบรวมและสำรวจข้อมูล - ได้ข้อมูลทั้งในรูปแบบดิจิทัลและรายงานที่เกี่ยวข้อง - นำข้อมูลมาจัดประเภทเพื่อให้เป็นหมวดหมู่ที่เหมาะสมต่อการตั้งชื่อและเรียกใช้งาน - จัดประชุมระดมความคิดเห็นจากหน่วยงานท้องถิ่นเพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการให้ข้อมูลและระบุดูแลติดตามสถานการณ์การวิจัยที่ควรจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ 2. ทบทวนเอกสารงานวิจัย - ทราบชนิดข้อมูลที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำ - พิจารณาความเหมาะสมของการเลือกข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์การวิจัยที่มีการวิเคราะห์กำหนดปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำ 3. ออกแบบและจัดสร้างฐานข้อมูล - จัดทำพจนานุกรมข้อมูล - ได้ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ตามรูปแบบมาตรฐาน - วิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ - จัดสร้างข้อมูลกритของตัวแปรจำนวน 16 ตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ - พัฒนาวิธีการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำโดยการใช้อัตราส่วนกลุ่มโดยแยกแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำตามสาเหตุออกเป็น 4 แบบจำลอง

งวดที่	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการจริง
	- วิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง	- ทดสอบและเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองแบบวิธีสถิติจำแนกกลุ่มกับวิธีดั้งเดิมคือแบบอาศัยผู้เชี่ยวชาญ
	- นำเข้าข้อมูลหมู่บ้านประสบภัยแล้ง จากข้อมูล กชช. 2 ค และข้อมูล จ.ปฐ.	- วิเคราะห์หมู่บ้านเสี่ยงแล้งประเภทน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำการเกษตรจากข้อมูล กชช. 2 ค และข้อมูล จ.ปฐ.
	5. สร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินความถูกต้องของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่	- ได้แบบจำลองคณิตศาสตร์ แผนที่และฐานข้อมูลของพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ
	- วางแผนการออกเก็บข้อมูลและสำรวจข้อมูลแบบสอบถาม	5. สร้างแบบสอบถาม
	- สร้างแบบสอบถาม	- ได้แบบสอบถามสำหรับประเมินความถูกต้องของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่
	6. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1	6. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1
	- พิมพ์รายงาน จัดทำรูปเล่มและจัดส่งรายงานความก้าวหน้า	- จัดส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1
2	7. ประเมินความถูกต้องของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ด้วยแบบสอบถาม	7. ประเมินความถูกต้องของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ด้วยแบบสอบถาม
	- เก็บข้อมูลภาคสนาม โดยใช้แบบสอบถาม	- ออกสำรวจด้วยแบบสอบถามกับประชากรกลุ่มตัวอย่างทุกหมู่บ้าน
	- นำเข้าข้อมูลจากการสำรวจเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล	- ประเมินความถูกต้องของแผนที่พื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ
	- วิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล	- แผนที่พื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง
	- ประเมินความถูกต้องของแผนที่พื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ	- แผนที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำด้านน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำการเกษตร
	- ปรับแก้ไขค่าถ่วงน้ำหนักและระดับความรุนแรงของตัวแปรให้เหมาะสมกับพื้นที่	
	8. ศึกษาการใช้ที่ดินในเขตเมือง	8. ศึกษาการใช้ที่ดินในเขตเมือง
	- ศึกษาฐานข้อมูลด้านการใช้ที่ดิน	- จัดสร้างฐานข้อมูลคุณลักษณะของการใช้ที่ดินในเขตเมืองให้สอดคล้องกับข้อมูลการจำแนกน้ำประปาของเทศบาลนครพิษณุโลก

งวดที่	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการจริง
	- นำเข้าข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศในหลายช่วงเวลา - สกัดข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเพื่อหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เมือง - วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ที่ดินจากข้อมูลสถิติ	- ทราบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเขตเมือง
	9. วิเคราะห์ข้อมูลน้ำต้นทุน - ประเมินปริมาณน้ำต้นทุนของเขื่อนสิริกิติ์ - ประเมินปริมาณน้ำต้นทุนของแม่น้ำน่าน	9. วิเคราะห์ข้อมูลน้ำต้นทุนและพัฒนาแบบจำลองสมมูลน้ำ - จัดสร้างฐานข้อมูลปริมาณน้ำต้นทุนรายเดือนของเขื่อนสิริกิติ์และแม่น้ำน่าน - สร้างแบบจำลองสมมูลน้ำ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า น้ำในดิน และน้ำซึมลึกของลุ่มน้ำย่อย ซึ่งถือว่าเป็นน้ำต้นทุนของพื้นที่แต่ละแห่ง
	10. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 - พิมพ์รายงาน จัดทำรูปเล่มและจัดส่งรายงานความก้าวหน้า	10. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 - จัดส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2
3	11. ประเมินความต้องการใช้น้ำสภาวะปกติ (Norm) - ประเมินความต้องการใช้น้ำชลประทานในพื้นที่เกษตร - ประเมินความต้องการใช้น้ำประปาในเขตเมือง	11. ประเมินความต้องการใช้น้ำสภาวะปกติ (Norm) - ประเมินความต้องการใช้น้ำชลประทานในพื้นที่เกษตร - ประเมินความต้องการใช้น้ำประปาในเขตเมือง
	12. วิเคราะห์ข้อมูลสถิติการใช้น้ำ (Actual) - ประเมินปริมาณการใช้น้ำชลประทานในพื้นที่เกษตร - ประเมินปริมาณการใช้น้ำอุปโภคบริโภคในเขตเมือง	12. วิเคราะห์ข้อมูลสถิติการใช้น้ำ (Actual) - ปริมาณการใช้น้ำชลประทานในพื้นที่เกษตรและน้ำประปาในเขตเมือง - สร้างแผนที่และฐานข้อมูลความต้องการใช้น้ำในพื้นที่เกษตรและเขตเมือง
	13. จำนวนและประเมินสถานการณ์อุปสงค์ของการใช้น้ำ - เปรียบเทียบระหว่างค่าการใช้น้ำที่แท้จริง (actual) กับความต้องการใช้น้ำในภาวะปกติ (norm)	13. จำนวนและประเมินสถานการณ์อุปสงค์ของการใช้น้ำ - สร้างแผนที่สถานการณ์อุปสงค์ของการใช้น้ำชลประทานในพื้นที่เกษตรและน้ำประปาในเขตเมือง
	14. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำประปาและชลประทาน	14. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำประปาและชลประทาน

งวดที่	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการจริง
	- รวบรวมข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำ - วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้น้ำ	- สร้างฐานข้อมูลของปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำ - วิเคราะห์ผลการทางสถิติของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการใช้น้ำประจำและชุดประทาน
	15. พัฒนาแบบจำลองการใช้น้ำ - สร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำ	15. พัฒนาแบบจำลองการใช้น้ำเพื่อการเกษตร - สร้างแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน จากปริมาณฝนใช้การ ฤดูกาลเพาะปลูกและเนื้อที่เพาะปลูก
		- สร้างแบบจำลองประเมินความชื้นในดินสะสม - ประเมินและสร้างปฏิทินการเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์ที่เหมาะสมกับควมชื้นในดินสะสม
	16. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 - พิมพ์รายงาน จัดทำรูปเล่มและจัดส่งรายงานความก้าวหน้า	16. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 - จัดส่งรายงานความก้าวหน้า
4	17. ทดสอบและแก้ไขแบบจำลองการใช้น้ำ - ทดสอบการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้น้ำ	17. พัฒนาโปรแกรมคำนวณ - เขียนโปรแกรมคำนวณ สำหรับเรียกแสดงผลข้อมูลและการจำลองแบบพื้นที่เสี่ยงแล้งน้ำต้นทุนในรูปแบบน้ำท่าและน้ำในดิน การใช้น้ำของเมืองและชนบท การใช้น้ำประจำและชุดประทาน การใช้น้ำในภาคชุมชน ขุดลอกห้วยและเกษตร
	18. จัดประชุมและเผยแพร่ฐานข้อมูลและแบบจำลอง - ประชุมเผยแพร่ผลการวิจัย - จัดอบรมการเรียกใช้ฐานข้อมูลและแบบจำลอง	18. จัดประชุมและเผยแพร่ฐานข้อมูลและโปรแกรมคำนวณ - ประชุมเผยแพร่ผลการวิจัย - จัดอบรมการเรียกใช้ฐานข้อมูลและแบบจำลอง
	19. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ - พิมพ์รายงาน จัดทำรูปเล่มและจัดส่งรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์	19. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ - จัดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์