

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษารูปแบบการคำนวณปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด
ในพื้นที่รับน้ำด้วยวิธี Rational Method



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

เมษายน 2557

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษารูปแบบการคำนวณปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด
ในพื้นที่รับน้ำด้วยวิธี Rational Method



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

เมษายน 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษารูปแบบการคำนวณปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด
ในพื้นที่รับน้ำด้วยวิธี Rational Method



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

เมษายน 2557

อภิวัฒน์ พารา. (2557). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษารูปแบบการคำนวณ

ปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่รับน้ำด้วยวิธี Rational Method. ปรินูญานิพนธ์

วท.ม. (ภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร.สถาพร

มนต์ประภัสสร, อาจารย์ ดร.สุชาติพิทย์ ชวนะเวสสกุล.

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดจากพื้นที่รับน้ำ ด้วยวิธี Rational Method โดยประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1) จังหวัดนครศรีธรรมราช ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2) จังหวัดระนอง และลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3) จังหวัดภูเก็ต โดยใช้ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดดิน และความชันของพื้นที่ ในการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) ปริมาณน้ำฝน ความยาวทางน้ำ ความสูงต่างของพื้นที่ ในการกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) และ ขนาดพื้นที่รับน้ำ (A) ได้มาจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และข้อมูลทางอุทกวิทยา เพื่อประเมินปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี และ 25 ปี เปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดจากกรมชลประทาน ผลจากการวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ พบว่า ปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Q_p) ในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ ให้ร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าจากการคำนวณและค่าการสำรวจจริง ดังนี้ พื้นที่ A1 ช่วงที่ 1 การคำนวณให้ผลที่น้อยกว่าการสำรวจร้อยละ 32.55 พื้นที่ A1 ช่วงที่ 2 การคำนวณให้ผลที่น้อยกว่าการสำรวจร้อยละ 14.01 พื้นที่ A2 การคำนวณให้ผลที่มากกว่าการสำรวจร้อยละ 68.04 และพื้นที่ A3 การคำนวณให้ผลที่น้อยกว่าการสำรวจร้อยละ 37.10 และการเปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Q_p) ในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ให้ร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าจากการคำนวณค่าการสำรวจจริง ดังนี้ พื้นที่ A1 การคำนวณให้ผลที่มากกว่าการสำรวจร้อยละ 8.71 พื้นที่ A2 การคำนวณให้ผลที่มากกว่าการสำรวจร้อยละ 177.02 และพื้นที่ A3 การคำนวณให้ผลที่น้อยกว่าการสำรวจร้อยละ 3.66 ผลการศึกษาหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Q_p) จากพื้นที่รับน้ำด้วยวิธี Rational Method สามารถนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการศึกษาที่มีความแม่นยำเชิงพื้นที่มากขึ้น สะดวกรวดเร็ว และสามารถนำแนวทางการศึกษาวิเคราะห์ ไปใช้ศึกษาพื้นที่อื่นๆ เพื่อการได้มาของข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบถนนได้ต่อไปในอนาคต

APPLICATION OF GEOINFORMATICS TO STUDY THE PEAK FLOW DISCHARGE
IN WATERSHED AREA BY RATIONAL METHOD



Present in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science Degree in Geography and Geoinformatics
at Srinakharinwirot University

April 2014

Apiwat Para. (2014). *Application of Geoinformatics to Study the Peak Flow Discharge in Watershed Area by Rational Method*. Master thesis, M.Sc. (Geography and Geoinformatics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.

Advisor Committee: Dr. Sathaporn Monprapussorn, Dr. Sutatip Chavanavesskul.

This study aims at analyzing peak flow discharge in Khlong Ai Keowriver basin, Nakhon Si Thammarat province Klong Hat Som Panriver basin, Ranong province and Klong Tha Yangriver basin, Phuket province by the integration of Geoinformatics technique and Rationale method. Land use, soil type, and slope factors were included in the analysis to determine Surface Runoff Coefficient (C). While rainfall, stream length, and elevation factors were used to determine Rainfall Intensity (I). Drainage basin area was calculated by using Digital Elevation Model (DEM) and hydrological data in order to estimate 10-years and 25-years recurrence interval peak flow. Comparison of the analytical results with the peak flow data derived from Royal Irrigation Department was conducted. Analysis results found that the highest peak flow rate for 10-years recurrence interval. When making a comparison with peak flow data derived from Royal Irrigation Department. Regarding to area A1 for the first and second 10-years recurrence interval, it found that the calculated results were less than the field measurements by 32.55% and 14.01% respectively. For area A2 and A3, it found that the calculated result was more than the field measurements by 68.04 % and was less than the field measurements by 37.10 % respectively. When making a comparison between the highest peak flow rate for 25-years recurrence interval and peak flow data measured by Royal Irrigation Department, it found that the calculated results were higher than field data by 8.71% and 177.02 % for area A1 and A2 respectively. While results of area A3 was less than field measurements by 3.66 %. The proposed method of peak flow discharge (Q_p) calculation by Geoinformatics integration with rationale method in watershed can assist in gaining more accurate, faster as compared to manual spatial data processing. It can also be applied to other drainage basins to get important baseline data for road construction analysis in the future.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อศึกษารูปแบบการคำนวณปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด
ในพื้นที่รับน้ำด้วยวิธี Rational Method

ของ

อภิวัฒน์ พารา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และสารสนเทศ

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน เมษายน พ.ศ. 2557

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก เมธากุลชาติ)

.....ที่ปรึกษาร่วม

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุชาติพิทย์ ขวณะเวสสกุล)

(อาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุชาติพิทย์ ขวณะเวสสกุล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุรีย์พร นิพัธุ์วิทยา)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากผู้มีอุปการคุณหลายท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญทุกท่านดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ ดร.สุธาทิพย์ ชวนะเวสสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านต่างๆ ช่วยชี้แนะแนวทางในการทำวิจัย ตรวจสอบความถูกต้อง แก้ไขข้อผิดพลาด และคอยให้ความรู้ตั้งแต่เริ่มจนจบ และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ดิบุญ เมธากุลชาติ และอาจารย์ ดร.สุรีย์พร นิพิฐวิทยา ที่สละเวลาอันมีค่าให้ความกรุณาเป็นคณะกรรมการสอบปากเปล่าและให้คำแนะนำที่มีค่าสำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาภูมิศาสตร์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำสั่งสอนทั้งในเรื่องวิชาความรู้และเรื่องทั่วไปที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณปรีชา สมมุติ ผู้อำนวยการส่วนสำรวจและวิเคราะห์ทางธรณีวิทยา และพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ สำนักรสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง ที่มีส่วนผลักดันให้เกิดการวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงให้คำปรึกษา สั่งสอนและการสนับสนุนด้านต่างๆ จนสำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมชลประทานและกรมพัฒนาที่ดิน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลรวมถึงคำแนะนำต่างๆ และขอขอบพระคุณ ร้อยโท กิตติ อิ่มใจ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นอย่างยิ่งในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณมนีรัตน์ ปิ่นวันนา ที่คอยให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในยามลำบาก และคอยให้กำลังใจในการทำงานวิจัยเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ยิรัช พารา และอาจารย์ดอกไม้ พารา ที่เป็นอาจารย์คนแรกในชีวิต ขอขอบคุณที่ให้ชีวิต ให้ทุกสิ่ง ให้ทุกอย่าง รวมถึงสมาชิกในครอบครัวและญาติๆ ที่เป็นแรงใจในการทำวิจัยในครั้งนี้

อภิวัฒน์ พารา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
สมมติฐานในการวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	7
เอกสารเกี่ยวกับพื้นที่รับน้ำและการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า.....	14
เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ.....	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	46
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	48
การรวบรวมข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูล.....	48
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
4 ผลการศึกษา.....	55
พื้นที่ศึกษาที่ 1 (A1).....	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
ขนาดและขอบเขตพื้นที่ A1.....	55
การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พื้นที่ A1.....	56
การกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) พื้นที่ A1.....	64
ผลการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดพื้นที่ A1.....	66
พื้นที่ศึกษาที่ 2 (A2).....	67
ขนาดและขอบเขตพื้นที่ A2.....	67
การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พื้นที่ A2.....	67
การกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) พื้นที่ A2.....	75
ผลการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดพื้นที่ A2.....	77
พื้นที่ศึกษาที่ 3 (A3).....	79
ขนาดและขอบเขตพื้นที่ A3.....	79
การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พื้นที่ A3.....	80
การกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) พื้นที่ A3.....	89
ผลการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดพื้นที่ A3.....	91
ผลการเปรียบเทียบข้อมูล.....	93
ผลการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษา A1.....	93
ผลการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษา A2.....	95
ผลการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษา A3.....	97
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	100
สรุปผลการวิจัย.....	101
การอภิปรายผล.....	102
ข้อเสนอแนะ.....	104

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	105
ภาคผนวก.....	113
ภาคผนวก ก.....	114
ภาคผนวก ข.....	118
ภาคผนวก ค.....	157
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	161



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา.....	7
2 อาณาเขตติดต่อกับเขตตำบลพื้นที่ศึกษา.....	9
3 ความหนาแน่นของสถานีสำรวจอุทกวิทยาในโครงข่ายขนาดเล็ก.....	22
4 แสดงจำนวนสถานีอุทกวิทยาในลุ่มน้ำต่างๆ ของกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน....	23
5 เปรียบเทียบข้อกำหนดในวิธีการหาปริมาณการไหลของน้ำด้วยวิธี Rational Method และวิธี Specific Yield of Flood Flow.....	27
6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (Runoff Coefficient, C) สำหรับสูตร Rational Method.....	32
7 แสดงรายละเอียดแผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการศึกษา.....	46
8 ตำแหน่งที่ตั้งและพื้นที่ลุ่มน้ำที่ทำการศึกษแต่ละพื้นที่.....	47
9 แสดงรายการข้อมูล รูปแบบของข้อมูล ที่มาของข้อมูล.....	49
10 แสดงปัจจัยที่นำไปกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ.....	51
11 ข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แห่ง.....	54
12 สรุปประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1).....	57
13 หน่วยกลุ่มดินบริเวณพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)	58
14 ตารางการจำแนกประเภทกลุ่มดินสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ A1.....	60
15 แสดงค่าความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)	61
16 ผลการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ พื้นที่ A1.....	63
17 ผลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการวิเคราะห์ของพื้นที่ A1.....	66
18 สรุปประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	68
19 หน่วยกลุ่มดินบริเวณพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	70
20 ตารางการจำแนกประเภทกลุ่มดินสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ A2.....	71
21 แสดงค่าความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	72
22 ผลการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ พื้นที่ A2.....	74

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
23 ผลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการวิเคราะห์ของพื้นที่ A2.....	78
24 สรุปประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	80
25 หน่วยกลุ่มดินบริเวณพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	82
26 ตารางการจำแนกประเภทกลุ่มดินสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ A3.....	84
27 แสดงค่าความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	86
28 ผลการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ พื้นที่ A3.....	88
29 ผลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการวิเคราะห์ของพื้นที่ A3.....	92
30 เปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการคำนวณกับข้อมูล การสำรวจพื้นที่ A1.....	93
31 เปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการคำนวณกับข้อมูล การสำรวจพื้นที่ A2.....	95
32 เปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการคำนวณกับข้อมูล การสำรวจพื้นที่ A3.....	97
33 ข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่ารายวัน (ลบ.ม./วินาที) พื้นที่รับน้ำ A1 (พ.ศ. 2532 – พ.ศ.2553)	119
34 ข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่ารายวัน (ลบ.ม./วินาที) พื้นที่รับน้ำ A2 (พ.ศ. 2546 – พ.ศ.2553)	141
35 ข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่ารายวัน (ลบ.ม./วินาที) พื้นที่รับน้ำ A3 (พ.ศ. 2541 – พ.ศ.2548)	149
36 ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) ในช่วงเวลาต่างๆ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ สำหรับพื้นที่รับน้ำ A1 (พ.ศ. 2533 – พ.ศ.2549)	158
37 ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) ในช่วงเวลาต่างๆ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ สำหรับพื้นที่รับน้ำ A2 (พ.ศ. 2533 – พ.ศ.2543)	159
38 ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) ในช่วงเวลาต่างๆ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ สำหรับพื้นที่รับน้ำ A3 (พ.ศ. 2533 – พ.ศ.2543)	160

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2 แสดงพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่.....	8
3 แสดงขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกและลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก.....	13
4 ตัวอย่างลักษณะของลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำ.....	14
5 รูปแบบการระบายน้ำในแบบต่าง ๆ.....	18
6 ภาพแสดงลักษณะของลำดับลำน้ำ.....	19
7 แผนที่สถานีสำรวจอุทกวิทยาประเทศไทย.....	24
8 แสดงขั้นตอนการคำนวณปริมาณน้ำสูงสุดเพื่อนำไปหาขนาดช่องเปิดที่เหมาะสม...	26
9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า ความยาวของทางน้ำ (L) และระดับความสูงที่แตกต่างของพื้นที่ (H) กับค่า Time of Concentration (Tc).....	29
10 ตัวอย่างกราฟ Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves.....	30
11 แสดงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	35
12 แสดงชั้นข้อมูลในด้านต่างๆ ของกรมทางหลวง.....	38
13 แสดงขั้นตอนในการศึกษา.....	52
14 แสดงเครื่อง Current Meter ที่ใช้ในการหาปริมาณการไหลของน้ำ.....	53
15 แผนที่แสดงขอบเขตและพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)	56
16 แผนที่ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)	57
17 แผนที่การจัดกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)	58
18 แผนที่หน่วยกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)	60
19 แผนที่การจัดประเภทกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)	61
20 แผนที่ความลาดชันพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)	62
21 แผนที่จำแนกความแตกต่างตามปัจจัยทางภูมิศาสตร์ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1) ...	63

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
22 กราฟความเข้มข้นเฉลี่ยจากสถานีนครศรีธรรมราช สถานีสุราษฎร์ธานี สถานีตรัง และสถานีสงขลา ปี พ.ศ. 2533 ถึง ปี พ.ศ. 2549.....	65
23 แผนที่แสดงขอบเขตและพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	67
24 แผนที่ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	69
25 แผนที่การจัดกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	69
26 แผนที่หน่วยกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	71
27 แผนที่การจัดประเภทกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	72
28 แผนที่ความลาดชันพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	73
29 แผนที่จำแนกความแตกต่างตามปัจจัยทางภูมิศาสตร์ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)	74
30 กราฟความเข้มข้นเฉลี่ยจากสถานีระนอง สถานีตะกั่วป่า สถานีชุมพร และสถานีสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2533 ถึง ปี พ.ศ. 2543.....	77
31 แผนที่แสดงขอบเขตและพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	79
32 แผนที่ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	81
33 แผนที่การจัดกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	82
34 แผนที่หน่วยกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	84
35 แผนที่การจัดประเภทกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	85
36 แผนที่ความลาดชันพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	86
37 แผนที่จำแนกความแตกต่างตามปัจจัยทางภูมิศาสตร์ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)	87
38 กราฟความเข้มข้นเฉลี่ยจาก สถานีภูเก็ต สถานีศูนย์ภูเก็ต สถานีเกาะลันตา และสถานีตะกั่วป่า ปี พ.ศ. 2533 ถึง ปี พ.ศ. 2551.....	91
39 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดจากการคำนวณในรอบ 10 ปี และ 25 ปี กับปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดรายปีจากการสำรวจพื้นที่ A1.....	94

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
40 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดจากการคำนวณ ในรอบ 10 ปี และ 25 ปี กับปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดรายปีจากการสำรวจ พื้นที่ A2.....	96
41 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดจากการคำนวณ ในรอบ 10 ปี และ 25 ปี กับปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดรายปีจากการสำรวจ พื้นที่ A3.....	98
42 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกับช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลปริมาณ การไหลน้ำท่า.....	99
43 แผนที่ธรณีวิทยาบบริเวณพื้นที่ A1.....	115
44 แผนที่ธรณีวิทยาบบริเวณพื้นที่ A2.....	115
45 แผนที่ธรณีวิทยาบบริเวณพื้นที่ A3.....	116
46 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา.....	117

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันภัยพิบัติทางธรรมชาติต่างๆ ได้เกิดบ่อยขึ้นและเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น ทั้งแผ่นดินไหว พายุ ไฟไหม้ ภัยน้ำท่วม ภัยแล้ง เป็นต้น โดยเฉพาะภัยน้ำท่วม เป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเกือบทุกปี ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นภัยพิบัติประจำชาติ ดังตัวอย่างเหตุการณ์มหาอุทกภัย 2554 ที่ส่งผลกระทบในพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และปริมณฑล ทั้งหมด 57 จังหวัดจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้มีผู้เสียชีวิต 613 ราย ราษฎรเดือดร้อนประมาณ 10 ล้านคน อาคารบ้านเรือนถูกน้ำท่วมประมาณ 3 ล้านหลัง และพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม 7 แห่งรวมมูลค่าความเสียหายหลายแสนล้านบาท (สืบศักดิ์ พรหมบุญ; และ สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ. 2554: 74)

อุทกภัยที่เกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่ มีสาเหตุหลักสองส่วน คือ การเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล พายุและฝนที่ตกถี่ขึ้นและตกในปริมาณมากขึ้น เป็นต้น และการกระทำของมนุษย์ เช่น ตัดไม้ทำลายป่า สร้างสิ่งกีดขวางทางน้ำ การจัดการระบบน้ำไม่ถูกต้อง เป็นต้น ทั้งนี้สองสาเหตุหลักนี้เชื่อมโยงถึงกันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และยังส่งผลกระทบ ต่อธรรมชาติ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเดินของทางน้ำไปในลักษณะต่างๆ ทำให้ความเร็วของการไหลของน้ำอาจจะเปลี่ยนแปลงรวดเร็วหรือไหลช้าลงเมื่อมีอุปสรรคขัดขวาง หรือกรณีปริมาณน้ำมากๆ ไหลผ่านบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างกีดขวาง จึงส่งผลให้การระบายน้ำไม่ทัน เกิดน้ำหลาก และน้ำท่วม การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่างๆ เช่น ถนน คันทาง การออกแบบทางถนนแต่ละสายมักหลีกเลี่ยงไม่พ้น ที่แนวทางจะต้องตัดผ่านลำน้ำ ไม่ว่าจะเป็นลำน้ำขนาดเล็กหรือใหญ่ ผู้ออกแบบอาคารระบายน้ำจึงต้องออกแบบให้เหมาะสมและเพียงพอกับปริมาณน้ำที่จะต้องระบาย เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อคันถนนและชุมชนที่อยู่บริเวณถนน (นพดล ประไพตระกูล. 2539: 199)

การออกแบบโครงสร้างเพื่อระบายน้ำลอดผ่านถนนนั้น ในส่วนของกรมทางหลวงมีโครงสร้างอาคารระบายน้ำตามแนวตั้งฉากกับแนวถนน 3 ประเภท คือ สะพาน ท่อลอดกลม ท่อลอดเหลี่ยม (นพดล ประไพตระกูล. 2539: 199-214) ที่เป็นมาตรฐานและใช้สำหรับพื้นที่แต่ละพื้นที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปริมาณการไหลของน้ำสูงสุด โดยการนำไปประยุกต์ใช้หรือเลือกชนิดและขนาดของอาคาร

ระบายน้ำในแต่ละครั้งจะต้องทำการศึกษาพื้นที่รับน้ำในแต่ละพื้นที่ โครงการที่จะทำถนนตัดผ่าน วิศวกรผู้ออกแบบจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยด้านต่างๆ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะธรณีวิทยา ข้อมูลและสถิติทางด้านอุทกวิทยา และข้อมูลชลศาสตร์ (อัศวิน กรรณสูตร; และ วีระ เรื่องสุขศรีวงศ์. 2535: 11) เพื่อคำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำสูงสุด ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบทาง ระบายน้ำ ส่วนใหญ่ในกรมทางหลวงมีวิธีการหาปริมาณการไหลของน้ำสูงสุดในพื้นที่รับน้ำคือ วิธีการ คำนวณแบบ Rational Method ซึ่งเป็นวิธีการหาอัตราการไหลบนผิวดินสูงสุด ใช้กับพื้นที่รับน้ำที่มี ขนาดไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มของฝน คำนวณได้จากสูตร Rational Method (Quantity Peak: Q_p) = $0.278CIA$ เมื่อ Q_p คือ ปริมาณการไหลของน้ำ (ลบ.ม./ วินาที), C คือ สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน, I คือ ความเข้มของฝน (มม./ชม.) และ A คือ ขนาด พื้นที่รับน้ำ (ตารางกิโลเมตร) เมื่อได้ค่าปริมาณการไหลของน้ำ (ลบ.ม./วินาที) จึงนำไปสู่การ คำนวณหาขนาดของช่องเปิดที่เหมาะสม (Required opening area) เพื่อออกแบบโครงสร้างอาคาร ระบายน้ำหรือทางระบายน้ำให้คุ้มค่าต่องบประมาณที่เสียไปและปลอดภัยต่อกระแสน้ำที่มีความ รุนแรงอันเนื่องมาจากภัยน้ำท่วม สำหรับการระบายน้ำจากเขตพื้นที่รับน้ำที่ผ่านถนน (มานิตชัย กล่าวกิติ กุล. 2539: 27-30)

การคำนวณแบบ Rational Method เป็นวิธีที่หาค่าโดยตรงกับข้อมูลปริมาณน้ำฝน เป็นวิธี ที่ใช้ข้อมูลอ้างอิงลักษณะพื้นที่รับน้ำนั้นๆ เป็นการนำปัจจัยที่จำเป็นมาคิดคำนวณและเป็นวิธีที่ยอมรับ กันมาตลอด แต่จำกัดอยู่ตรงขนาดของพื้นที่ใช้ได้กับพื้นที่ไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร ซึ่งในอดีตนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ต่างๆ ในบริเวณพื้นที่ศึกษา มีความยุ่งยากและซับซ้อนนั้น ทำให้ยากต่อ การจำแนกขอบเขต ขนาดของพื้นที่ ทำให้เกิดความผิดพลาดเชิงพื้นที่ เมื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ แต่ ในปัจจุบันด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาไปมาก การวิเคราะห์พื้นที่ในลักษณะต่างๆ นั้นจึงสามารถทำได้ง่ายขึ้น และมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าสมัยก่อน เทคโนโลยีด้านการ จัดการพื้นที่ที่เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง ได้แก่ การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) ระบบ กำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System หรือ GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ GIS) (สุเพชร จิรขจรกุล. 2552: 1) โดยเฉพาะ ระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นระบบสารสนเทศในการจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยการนำข้อมูลมา รวบรวม จัดเก็บและทำการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้ใน

การประกอบการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้ดีขึ้นในปัจจุบัน (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). 2552: 4) กรมทางหลวงเป็นอีกหนึ่งหน่วยงานที่ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในหลายๆ ด้าน เช่น กลุ่มข้อมูลอำนวยความสะดวก ข้อมูลกรรมสิทธิ์ที่ดิน เป็นต้น

การวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการนำเอาความรู้ทางด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อหาขอบเขตและขนาดพื้นที่รับน้ำ และวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการคำนวณแบบ Rational Method ในการหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด ว่ามีความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใดเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ทำการตรวจวัดจริง ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้น โดยข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนั้นจะถูกนำไปตรวจสอบค่าความถูกต้องเชิงเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ทำการสำรวจตรวจวัดจริงจากจุดสำรวจอุทกวิทยา ที่รับผิดชอบโดยกรมชลประทาน ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดรูปแบบใหม่นี้จึงเป็นที่น่าสนใจ สำหรับหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในด้านการจัดการทรัพยากรน้ำ รวมถึงกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม หรือประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ ที่ยังไม่มี การนำกระบวนการเหล่านี้เข้ามาใช้ เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้สะดวก รวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น และช่วยในกระบวนการวางแผนตัดสินใจในงานที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว จังหวัดนครศรีธรรมราช ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น จังหวัดระนอง และลุ่มน้ำคลองท่ายาง จังหวัดภูเก็ต
2. เพื่อการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการคำนวณพื้นที่รับน้ำด้วยวิธี Rational Method กับปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดที่ทำการตรวจวัดจริง

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นการนำเสนอรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด
2. นำหลักการและแนวคิดไปประยุกต์ใช้วางแผนการจัดการระบบระบายน้ำและป้องกันภัยจากอุทกภัย ในพื้นที่อื่นๆ ได้
3. เพื่อเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พื้นที่รับน้ำของประเทศ เช่น กรมทางหลวง และกรมชลประทาน เป็นต้น
4. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาด้านการวิเคราะห์ปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด

ขอบเขตของการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษาทั้งหมดประกอบด้วย 3 พื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบด้วย
 - พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มแม่น้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ได้แก่
 - 1.1 ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว ตำบลทอนหงส์ และตำบลบ้านเกาะ อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช
 - พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ได้แก่
 - 1.2 ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น ตำบลหาดส้มแป้น อำเภอเมือง จังหวัดระนอง
 - 1.3 ลุ่มน้ำคลองท่ายาง ตำบลเทพกระษัตรี ตำบลศรีสุนทร และตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต
- ทุกพื้นที่มีขนาดพื้นที่น้อยกว่าและไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร จึงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้วิธีการคำนวณแบบ Rational method พร้อมกับแต่ละพื้นที่ที่มีข้อมูลจากการสำรวจทางอุทกวิทยาที่รับผิดชอบโดยกรมชลประทานที่ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณน้ำจากพื้นที่รับน้ำ ซึ่งสามารถนำมาใช้เปรียบเทียบได้
2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลความลาดชันและความสูงต่างของภูมิประเทศ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลชนิดดิน ข้อมูลเขตการปกครอง และข้อมูลเส้นทางถนน

3. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการนำเข้าสู่ข้อมูลและศึกษาปัจจัยทางด้านกายภาพต่างๆ เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์สำหรับการคำนวณปริมาณน้ำท่าสูงสุด และทำการเปรียบเทียบกับค่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่มาจากการสำรวจจริงของกรมชลประทาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ปริมาณการไหลของน้ำท่าสูงสุด** หมายถึง ปริมาณการไหลของน้ำหรืออัตราการไหลของน้ำ (Quantity Peak: Qp) จากพื้นที่รับน้ำที่มีขอบเขตที่ชัดเจน และจะต้องเป็นการไหลของน้ำจากจุดที่น้ำไหลออกเพียงจุดเดียว (Outlet point) ของพื้นที่มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

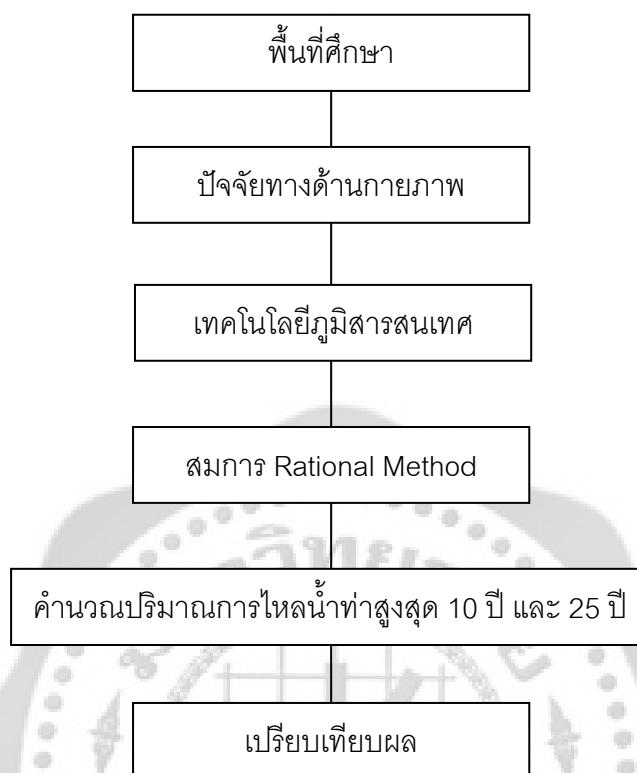
2. **Rational Method** หมายถึง วิธีการคำนวณเพื่อหาปริมาณการไหลของน้ำท่าสูงสุด มีสมการ คือ $Qp = 0.278CIA$ โดย Qp คือ ปริมาณการไหลของน้ำท่าสูงสุด C คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน I คือ ความเข้มปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง) A คือ ขนาดพื้นที่รับน้ำ (ตารางกิโลเมตร)

3. **ทางระบายน้ำหรืออาคารระบายน้ำ** หมายถึง สิ่งก่อสร้างทางด้านวิศวกรรม ที่สร้างเพื่อเป็นเส้นทางคมนาคม เชื่อมระหว่างถนน 2 ฝั่งข้ามแม่น้ำ ห้วย คลอง ทางน้ำต่างๆ อาคารระบายน้ำลอดถนน ประกอบด้วย สะพาน ท่อเหลี่ยม และท่อกลม

4. **พื้นที่รับน้ำ** หมายถึง บริเวณหรือพื้นที่ที่เป็นที่รวมของน้ำฝนที่ตกลงมา และมีขอบเขตที่เรียกว่า สันปันน้ำ แล้วน้ำฝนเหล่านั้นจะไหลมารวมกันในลำน้ำย่อยก่อนจะไปถึงลำน้ำสายหลักของพื้นที่นั้นๆ

5. **เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ** หมายถึง การนำเอาความรู้และเทคโนโลยี การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems) และระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System) มาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการจัดการเชิงพื้นที่ด้านต่างๆ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษารูปแบบการคำนวณปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่รับน้ำร่วมกับวิธี Rational Method

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอตามหัวข้อดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา
2. เอกสารเกี่ยวกับพื้นที่รับน้ำและการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า
3. เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

1.1 ลักษณะที่ตั้งและขอบเขตการปกครอง

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณเขตของลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก และลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ทั้งหมด 3 พื้นที่ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 1 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

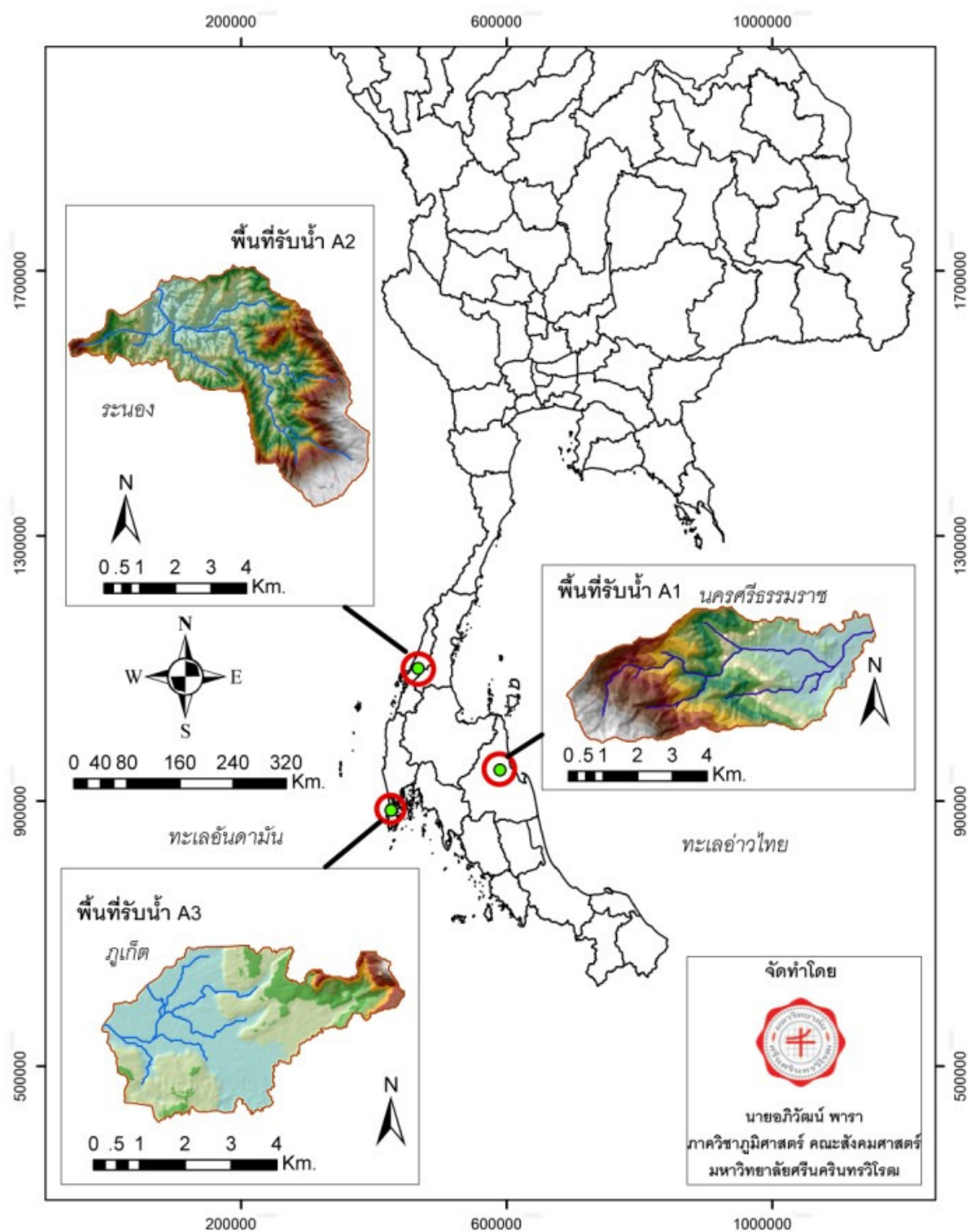
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก

พื้นที่	ชื่อลุ่มน้ำสาขา	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ระหว่างค่าพิกัด
A1	คลองอ้ายเขียว	1.ทอนหงส์	พรหม	นครศรีธรรม	N 943524 ถึง N 947713
		2.บ้านเกาะ	คีรี	ราช	E 580696 ถึง E 592499

ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก

พื้นที่	ชื่อลุ่มน้ำสาขา	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ระหว่างค่าพิกัด
A2	คลองหาดส้มแป้น	หาดส้มแป้น	เมือง	ระนอง	N 1094796 ถึง N 1101602 E 466596 ถึง E 472061
A3	คลองท่ายาง	1.เทพกระษัตรี 2.ศรีสุนทร 3.เชิงทะเล	ถลาง	ภูเก็ต	N 883555 ถึง N 887422 E 424594 ถึง E 431215

ที่มา: ประยุกต์จาก กรมชลประทาน. (2546); และ กรมแผนที่ทหาร.



ภาพประกอบ 2 แสดงพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่

ที่มา: ประยุกต์จาก กรมชลประทาน. (2546); และ กรมแผนที่ทหาร.

พื้นที่ศึกษาทั้ง 3 มีขนาดพื้นที่และอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ข้างเคียง ดังนี้

ตาราง 2 อาณาเขตติดต่อกับเขตตำบลพื้นที่ศึกษา

พื้นที่	ขนาด (ตร.กม.)	อาณาเขตติดต่อ			
		ทิศทาง	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
A1	25	เหนือ	1. นาเหรง	นบพิตำ	นครศรีธรรมราช
			2. กะหรอ	นบพิตำ	นครศรีธรรมราช
		ใต้	1. พรหมโลก	พรหมคีรี	นครศรีธรรมราช
			2. นาเรียง	พรหมคีรี	นครศรีธรรมราช
		ตะวันออก	1. หัวตะพาน	ท่าศาลา	นครศรีธรรมราช
			2. โมคลาน	ท่าศาลา	นครศรีธรรมราช
			3. ดอนตะโก	ท่าศาลา	นครศรีธรรมราช
			4. อินคีรี	พรหมคีรี	นครศรีธรรมราช
		ตะวันตก	1. พิปูน	พิปูน	นครศรีธรรมราช
			2. ยางค้อม	พิปูน	นครศรีธรรมราช
A2	23	เหนือ	1. บางบอน	เมือง	ระนอง
		ใต้	1. ปากทรง	พะโต๊ะ	ชุมพร
		ตะวันออก	1. บางพระเหนือ	ละอุ่น	ระนอง
			2. พะโต๊ะ	พะโต๊ะ	ชุมพร
		ตะวันตก	1. เขานิเวศน์	เมือง	ระนอง
			2. บางริน	เมือง	ระนอง
			3. หางว	เมือง	ระนอง
A3	15	เหนือ	1. ไม้ขาว	ถลาง	ภูเก็ต
		ใต้	1. กมลา	กระทุ้ง	ภูเก็ต
			2. กระทุ้ง	กระทุ้ง	ภูเก็ต
			3. เกาะแก้ว	เมือง	ภูเก็ต
		ตะวันออก	1. ป่าคลอก	ถลาง	ภูเก็ต
		ตะวันตก	1. สาคู	ถลาง	ภูเก็ต

ที่มา: ประยุกต์จาก กรมชลประทาน. (2546); และ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ มีรายละเอียดดังนี้

พื้นที่ศึกษา A1 บริเวณลุ่มน้ำสาขาคลองอ้ายเขียว มีลักษณะเป็นพื้นที่สูงและภูเขาไปจนถึงบริเวณที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด ที่ราบสูงสลับกับพื้นที่ราบ ซึ่งเทือกเขาที่สำคัญในพื้นที่คือ เทือกเขาบรรทัดทอดตัวในแนวเหนือใต้ จุดสูงสุดของพื้นที่อยู่ด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา เป็นแหล่งต้นน้ำของคลองธรรมชาติ คือ คลองอ้ายเขียว พื้นที่ต้นน้ำมีลักษณะเป็นป่าดงดิบ จุดที่สูงที่สุดของพื้นที่ 1,640 เมตร จุดต่ำสุด 19 เมตร ค่าความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ 547.97 เมตร (กรมพัฒนาที่ดิน. 2534: 1)

พื้นที่ศึกษา A2 บริเวณลุ่มน้ำสาขาคลองหาดส้มแป้นมีลักษณะเป็นภูเขาสูงชันอยู่ทิศตะวันออก มีพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดอยู่บริเวณทิศตะวันตก จุดสูงสุดของพื้นที่อยู่ด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา เป็นแหล่งต้นน้ำของคลองธรรมชาติ คือ คลองหาดส้มแป้น พื้นที่ต้นน้ำมีลักษณะเป็นป่าดิบ จุดสูงสุดของพื้นที่ 1,054 เมตร จุดต่ำสุด 132 เมตร ค่าความสูงเฉลี่ย 384.06 เมตร (กรมพัฒนาที่ดิน. 2534: 1)

พื้นที่ศึกษา A3 บริเวณลุ่มน้ำคลองท่ายาง มีลักษณะเป็นที่ราบสูงเชิงเขา และที่ราบสูงไปจนถึงพื้นที่ราบที่อยู่ติดชายหาด จุดสูงสุดอยู่ด้านทิศตะวันออกของพื้นที่เป็นแหล่งต้นน้ำของคลองธรรมชาติแล้วไหลมาลงสู่คลองท่ายาง จุดสูงสุดของพื้นที่ 394 เมตร จุดต่ำสุด 1 เมตร และค่าความสูงเฉลี่ย 33.54 เมตร ลำน้ำในพื้นที่ส่วนมากจะสั้น ปากแม่น้ำมีขนาดกว้าง ได้รับอิทธิพลจากการขึ้น – ลงของน้ำทะเลพืชพรรณส่วนใหญ่บริเวณปากแม่น้ำคือ ป่าชายเลน (กรมพัฒนาที่ดิน. 2544: 2.1)

1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

ภูมิอากาศพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พบว่าพื้นที่ศึกษา A2 และ A3 นั้นมีลักษณะภูมิอากาศคล้ายกัน สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มี 2 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อนกับฤดูฝน สำหรับพื้นที่ศึกษา A1 ซึ่งตั้งอยู่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก มี 2 ฤดูเช่นกัน ส่วนมากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ไม่มีผลกับพื้นที่ศึกษา A1 มากนัก เนื่องจากมีเทือกเขาสูงด้านทิศตะวันตกขวางทางลมเอาไว้ สำหรับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทำให้เกิดฝนตกปริมาณมากในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ทำให้มีปริมาณฝนเฉลี่ย 1,700-2,000 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่อยู่ที่ 27.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.0 องศาเซลเซียส จากค่าเฉลี่ย 32 ปี (2509-2540) (กรมพัฒนาที่ดิน. 2542: 5-6; อ้างอิงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา) ส่วนพื้นที่ศึกษา A2 และ A3 ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีลักษณะภูมิอากาศแบบมรสุมในเขตร้อน มีลักษณะภูมิอากาศแตกต่างจากภาคอื่นๆ ช่วงเดือนพฤษภาคม – เดือนตุลาคม จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงเดือนพฤศจิกายน

– เดือนมกราคม จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนเมษายน จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้มีปริมาณฝนเฉลี่ย 3,555.4 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่อยู่ที่ 27.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 28.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 25.6 องศาเซลเซียส จากค่าเฉลี่ย 32 ปี (2509-2540) (กรมพัฒนาที่ดิน. 2544: 2.1-2.3; อ้างอิงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา)

1.4 สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ

พื้นที่ศึกษา A1 ตั้งอยู่บริเวณของเทศบาลตำบลทอนหงส์ และตำบลบ้านเกาะ ประกอบด้วยจำนวนหลังคาเรือน รวมประมาณ 1,369 หลังคาเรือน มีประชากรจำนวน 5,363 คน อาชีพหลักของประชาชนในตำบล ได้แก่ การทำสวนและเกษตรกรรม เช่น สวนมังคุด สวนทุเรียน สวนยางพารา สวนเงาะ เป็นต้น อาชีพเสริม ได้แก่ รับจ้างทั่วไป ค้าขาย เป็นต้น (เทศบาลตำบลทอนหงส์. 2551. ออนไลน์; องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะ. 2556: ออนไลน์)

พื้นที่ศึกษา A2 ตั้งอยู่บริเวณตำบลหาดส้มแป้น ประกอบด้วยจำนวนหลังคาเรือนทั้งหมด 1,336 หลังคาเรือน อาชีพหลักของคนในชุมชนนี้ ได้แก่ การปลูกพืชไม้ผล ไม้ยืนต้น หรือไร่นาสวนผสม ส่วนอาชีพเสริม ได้แก่ อาชีพรับจ้างทั่วไป ผลผลิตจากชุมชน ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน กาแฟ ผลไม้ เป็นต้น (ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลหาดส้มแป้น. 2555: ออนไลน์)

พื้นที่ศึกษา A3 ตั้งอยู่บริเวณเทศบาลตำบลเทพกระษัตรี ตำบลศรีสุนทร และตำบลเชิงทะเล ประกอบด้วยจำนวนหลังคาเรือนประมาณ 12,371 หลังคาเรือน มีจำนวนประชากรทั้งหมดประมาณ 29,223 คน ประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่ประกอบอาชีพ รับจ้าง/ค้าขาย และทำการเกษตร เช่น การทำสวนยาง และสวนผลไม้ ประมง เลี้ยงสัตว์ เป็นต้น (เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี. 2555. ออนไลน์; ตำบลศรีสุนทร. 2556: ออนไลน์; ตำบลเชิงทะเล. 2556: ออนไลน์)

1.5 โครงสร้างบริการขั้นพื้นฐาน

พื้นที่ศึกษา A1 มีเส้นทางคมนาคมหลัก คือ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4016 มีไฟฟ้าใช้อย่างทั่วถึง มีระบบประปาภูเขาที่สามารถให้บริการอย่างทั่วถึง มีโทรศัพท์สาธารณะ 9 แห่ง โทรศัพท์บ้าน 690 เครื่อง (เทศบาลตำบลทอนหงส์. 2551. ออนไลน์; องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะ. 2556: ออนไลน์)

พื้นที่ศึกษา A2 มีเส้นทางคมนาคมหลัก ได้แก่ ทางหลวงจังหวัดระนอง หมายเลข รน 4005 (สายระนอง-หาดส้มแป้น) ถนนลาดยางยาวประมาณ 6 กิโลเมตร ถนน รพช. หมายเลข รน 3015 มีความยาวประมาณ 6 กิโลเมตร ถนนโยธาธิการ หมายเลข รน 2001 มีความยาวประมาณ 23

กิโลเมตร คร่าวเรือนมีไฟฟ้าใช้แล้วประมาณ 95 % คร่าวเรือนที่มีโทรศัพท์ประมาณ 30 % แหล่งน้ำสำคัญ ได้แก่ ฝาย 3 แห่ง บ่อน้ำตื้น 200 แห่ง บ่อโยก 2 แห่ง บ่อบาดาล 6 แห่ง ประปาหมู่บ้าน 3 แห่ง ประปาภูเขา 1 แห่ง (ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลหาดส้มแป้น. 2555: ออนไลน์)

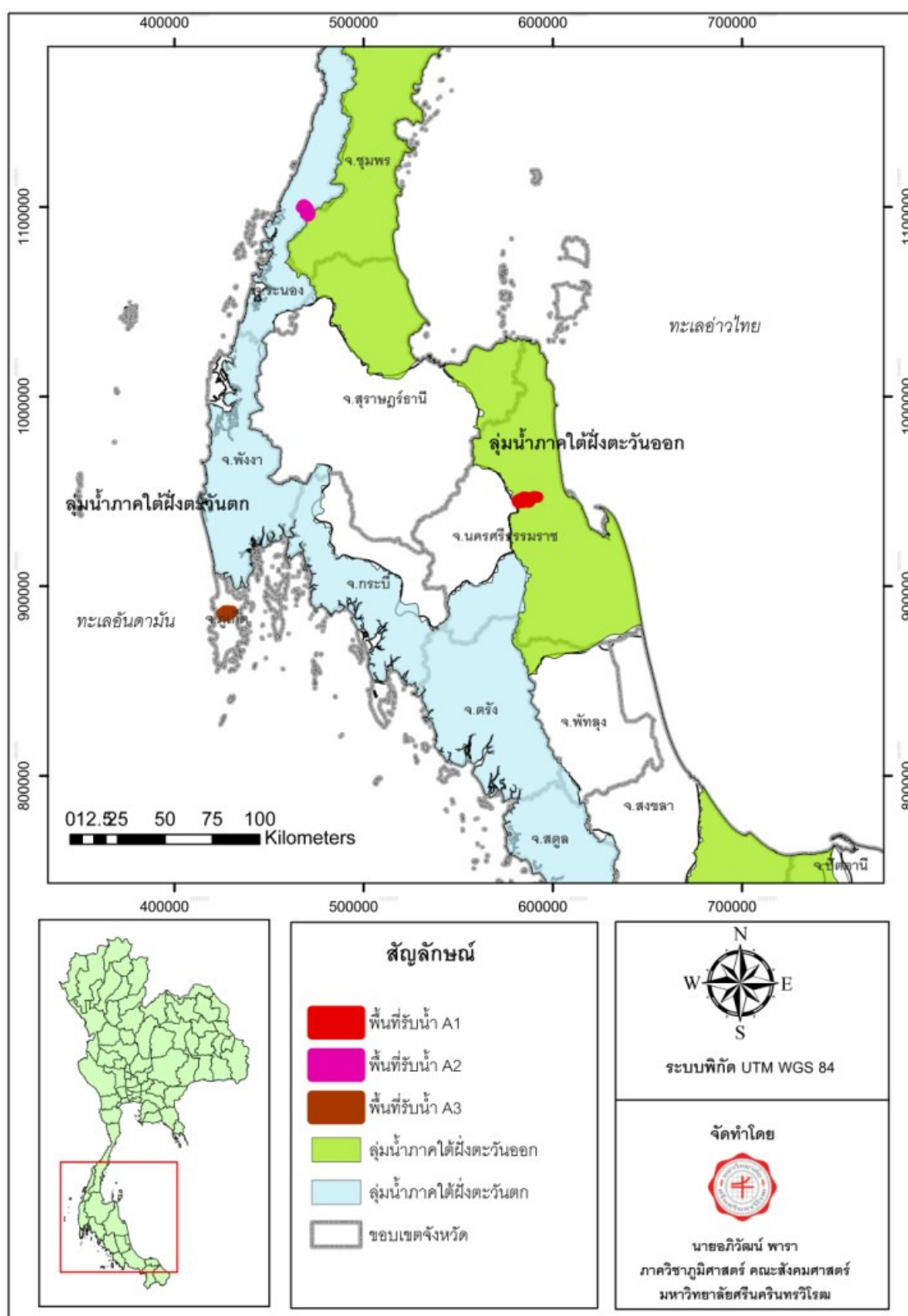
พื้นที่ศึกษา A3 มีเส้นทางคมนาคมหลัก คือ ถนนเทพกระษัตรี เป็นเส้นทางเข้าสู่ตัวเมืองภูเก็ต และถนนบ้านดอน-เชิงทะเล เป็นเส้นทางที่เชื่อมระหว่างตำบลเทพกระษัตรีกับตำบลเชิงทะเล ส่วนบริเวณอื่นๆ มีถนนที่เชื่อมต่อกับทุกชุมชน ได้แก่ ถนนลูกรัง ถนนลาดยาง ถนนคอนกรีต สะพานและสะพานลอยคนข้าม ทุกคร่าวเรือนในตำบลมีไฟฟ้าใช้ จำนวนคร่าวเรือนผู้ใช้น้ำประปามีทั้งหมดทุกคร่าวเรือน (เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี. 2555. ออนไลน์; ตำบลศรีสุนทร. 2556: ออนไลน์; ตำบลเชิงทะเล. 2556: ออนไลน์)

1.6 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 26,352 ตร.กม. ในเขตพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส เป็นลุ่มน้ำที่มีเขตติดต่อกับทะเลฝั่งอ่าวไทย ลักษณะชายฝั่งทะเลราบเรียบ มีเขตน้ำตื้นอยู่มาก พื้นที่ราบจะมีขนาดแคบมีแม่น้ำสายสั้นๆ ที่ไหลจากเทือกเขานครศรีธรรมราชลงสู่ทะเล สภาพภูมิอากาศได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดมาจากทะเลจีนในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,906.6 มม./ปี อุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ 27.3 องศาเซลเซียส (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2537: 2.1-2.4)

1.7 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 21,172 ตร.กม. ในเขตพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ นครศรีธรรมราช ตรัง และสตูล เป็นลุ่มน้ำที่มีเขตติดต่อกับทะเลฝั่งทะเลอันดามัน ต้นน้ำสายต่างๆ เกิดจากเทือกเขาภูเก็ตที่ทอดตัวจากจังหวัดระนองไปจนถึงจังหวัดพังงา แม่น้ำส่วนมากจะเป็นแม่น้ำสายสั้นๆ สภาพภูมิอากาศได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พัดมาจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามาทางฝั่งอันดามันในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,575.6 มม./ปี อุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ 27.6 องศาเซลเซียส (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2537: 2.1-2.4)



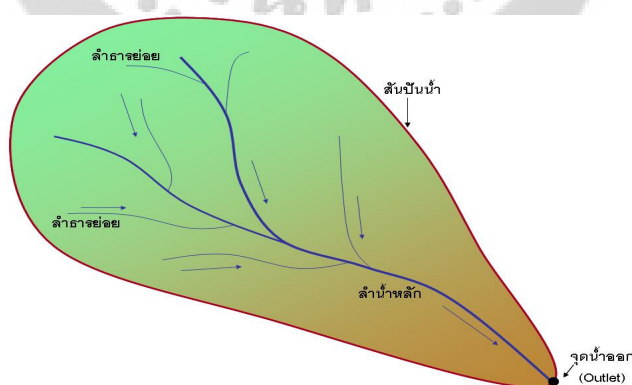
ภาพประกอบ 3 แสดงขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกและลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก
ที่มา: กรมชลประทาน. (2546).

2. เอกสารเกี่ยวกับพื้นที่รับน้ำและการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า

2.1 พื้นที่รับน้ำ

บริเวณที่เรียกว่าลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำนั้นคือบริเวณที่รวมของน้ำฝนที่ตกลงมาและน้ำฝนนี้จะไหลลงมารวมกันในร่องน้ำของลำน้ำสายนั้นๆ โดยเริ่มจากส่วนที่สูงที่สุดที่เป็นสันเขาหรือเรียกว่าสันปันน้ำ (วิชัย เทียนน้อย. 2537: 88) พื้นที่ลุ่มน้ำ หมายถึง บริเวณที่ถูกกำหนดโดยลักษณะภูมิประเทศ (หรืออาจรวมถึงลักษณะทางธรณีวิทยาและการตัดแปลงของมนุษย์) ให้มีจุดที่น้ำออก และผ่านไปทางด้านท้ายน้ำ พื้นที่รับน้ำในภาษาอังกฤษใช้คำว่า Catchment หรือ Catchment area ส่วนอเมริกันจะใช้คำว่า Watershed บางครั้งจะเห็นคำว่า พื้นที่ระบายน้ำ (Drainage basin) ใช้แทนพื้นที่รับน้ำด้วย โดยเฉพาะในกรณี การพิจารณาเกี่ยวกับการระบายน้ำ คำว่า ลุ่มน้ำ (River basin) เป็นอีกคำหนึ่งที่มีความหมายตรงกับพื้นที่รับน้ำ มักจะใช้กับพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่ เช่น ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นต้น ข้อควรระวังคือ คำว่า Basin ในทางธรณีวิทยาอาจมีความหมายที่ต่างไปจากพื้นที่รับน้ำ โดยหมายถึงโครงสร้างของผิวโลกที่มีลักษณะเป็นแอ่ง เช่น ภูมิฐานฐานของภาคตะวันออกเฉียงเหนือแบ่งออกเป็นแอ่งโคราช (Korat Basin) และแอ่งสกลนคร (Sakolnakon Basin) เป็นต้น (วิชัย ศรีบุญลือ. 2552: 15) ชัยยุทธ ชินณะราศรี (2550: 6) กล่าวว่า ลุ่มน้ำ (Watershed) อาจเรียกว่า แอ่งระบายน้ำ (Drainage Basin) หรือ พื้นที่รับน้ำ (Catchment Area) (ดังภาพประกอบ 4)

เกษม จันทรแก้ว (2551) อธิบายว่า “ลุ่มน้ำ คือ หน่วยพื้นที่หนึ่ง มีขอบเขต/บริเวณที่ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับระบบนิเวศแล้วลุ่มน้ำก็คือระบบนิเวศ จึงสามารถเรียกเป็นระบบนิเวศลุ่มน้ำ (Watershed Ecosystems) มีโครงสร้าง/องค์ประกอบคล้ายคลึง/เหมือนกันในหลักการเช่นเดียวกัน แต่ลุ่มน้ำนั้นมีพฤติกรรม/การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำที่สำคัญยิ่งก็คือ ลุ่มน้ำหรือระบบลุ่มน้ำเป็น ระบบเปิดทางชีวภาพที่ประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ และสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น”



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างลักษณะของลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำ

ที่มา: ประยุกต์จาก สุเทพ ดิสงัทธิย์ และ เคนซาคุ ทาเคดะ. (2521: 161).

2.1.1 ความสำคัญของพื้นที่รับน้ำ

ไม่ว่าจะเป็นการจัดการเพื่อป้องกันน้ำท่วม หรือการออกแบบเขื่อนเราจำเป็นต้องศึกษาพื้นที่รับน้ำเป็นลำดับแรกๆ ไม่เพียงแค่นี้ งานแทบทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับอุทกวิทยา จำเป็นต้องศึกษาพื้นที่รับน้ำที่เกี่ยวข้องทั้งสิ้น เช่น การออกแบบท่อลอดถนน หรือ สะพาน จำเป็นต้องทราบถึงอัตราการไหลสูงสุดที่มีความเป็นไปได้ว่าจะเกิดขึ้น (Specified Probability) ซึ่งกำหนดได้จากสถิติฝนกับคุณสมบัติของพื้นที่รับน้ำของจุดท่อลอดหรือสะพานที่เป็นจุดออก รวมถึงการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำที่หน้าตัดใดๆ ของลำน้ำจะต้องพิจารณาลักษณะของพื้นที่รับน้ำ ประกอบกับจุดกำเนิดมลพิษต่างๆ การศึกษาโคลนถล่มก็ต้องศึกษาทางอุทกวิทยารวมถึงการพังทลายของดินบนพื้นที่รับน้ำ เป็นต้น (วิชัย ศรีบุญลือ. 2552: 16)

วิโรจน์ ชัยธรรม (2528) กล่าวว่า ส่วนใหญ่ความรู้ความเข้าใจในด้านอุทกวิทยาได้ถูกนำไปใช้ในการออกแบบโครงสร้างทางด้านชลศาสตร์ต่างๆ เพื่อเป็นการควบคุมและกำหนดเกี่ยวกับน้ำ มักจะมีคำถามตามมาเสมอว่า จะมีปริมาณน้ำหลาก ที่ทางน้ำล้นหรือตรงท่อลอดถนนเท่าไร ขนาดของอ่างเก็บน้ำควรมีขนาดเท่าไร ซึ่ง วีระพล เต็มสมบัติ (2528) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อมูลที่เกี่ยวกับน้ำท่า เป็นข้อมูลที่สำคัญที่นักอุทกวิทยาจะต้องรู้เพื่อนำไปประกอบการศึกษาทางด้านอุทกวิทยา และเป็นประโยชน์ต่อวิศวกรที่จะนำข้อมูลไปออกแบบอาคารชลศาสตร์ต่างๆ และยังสามารถนำไปศึกษาผลกระทบต่างๆ ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากการกระทำของมนุษย์

สเปนเซอร์ (Spencer. 1987: 48) กล่าวถึง พื้นที่รับน้ำหรือพื้นที่ระบายน้ำว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยในการประเมินโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วม เหตุผลนี้ทำให้พื้นที่รับน้ำเป็นส่วนที่ต้องพึงระวัง จำเป็นต้องทำการศึกษาทั้งจากแผนที่ ภาพถ่าย แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา เหล่านี้ร่วมกัน ซึ่งในแต่ละพื้นที่นั้นการจะหาขอบเขตของพื้นที่รับน้ำให้ถูกต้องจากแผนที่นั้นทำได้ยากที่อาศัยเพียงข้อมูลแค่นั้นแผนที่ บางครั้งจึงควรทำการสำรวจเพิ่มเติม ยกตัวอย่างพื้นที่ที่มีปัญหา เช่น พื้นที่ที่เป็นหลุมยุบ พื้นที่ที่เป็นทะเลสาบ พื้นที่เหล่านี้ล้วนต้องการความชัดเจนเพื่อความถูกต้องของข้อมูล ดังนั้นในการสำรวจจึงควรเก็บรายละเอียดต่างๆ ทั้งการใช้ประโยชน์ของที่ดิน ความหนาแน่นของพืชพรรณ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการพัฒนาในด้านต่างๆ ของมนุษย์ เช่น เขื่อน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำที่จะเกิดขึ้น

2.1.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของพื้นที่รับน้ำ

วิชัย ศรีบุญลือ (2552: 22-23) ได้อธิบายถึงขนาดของพื้นที่รับน้ำ (Size of Watershed) ว่ามีผลต่อปริมาณการไหล พื้นที่รับน้ำที่มีขนาดใหญ่ มักจะให้ปริมาณน้ำรายปีและอัตราการไหลสูงสุดมากกว่าในพื้นที่รับน้ำที่มีขนาดเล็กกว่า และกล่าวต่อว่ารูปร่างของพื้นที่รับน้ำ (Shape of Watershed) มีผลต่อรูปทรงของกราฟอุทก (Hydrograph) โดยเฉพาะกับค่าอัตราการไหลสูงสุด บางครั้งพื้นที่รับน้ำมีขนาดเท่ากัน แต่รูปร่างต่างกัน ถึงแม้ว่าได้รับปริมาณน้ำฝนที่เท่าๆ กัน ผลที่ได้ทำให้กราฟอุทกน้ำท่าที่ไม่เหมือนกัน รวมไปถึงอัตราการไหลสูงสุดค่าที่ได้บางครั้งก็แตกต่างกัน

สุเทพ ติงศรัทีย และ เคนซาอุ ทาเคดะ (2521: 128-129) กล่าวถึงส่วนประกอบทางพื้นที่ลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำว่ามีอยู่ 5 ส่วนหลักๆ ได้แก่

1. สภาพของการใช้ที่ดิน มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าเป็นอย่างมาก ถ้ามีการใช้ที่ดินแล้วป่าไม้บนยอดน้ำจะมีโอกาสซึมลงดินได้น้อย น้ำฝนจะกลายเป็น้ำท่ามากขึ้น ไหลเร็วขึ้นก่อให้เกิดน้ำท่วมได้

2. พื้นที่ลุ่มน้ำ ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ปริมาณน้ำท่าทั้งหมดที่ไหลออกมาถึงจุดตรวจวัดจะใช้เวลามากขึ้น ปริมาณน้ำนองต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ที่จะเกิดขึ้นมีค่าเป็นอัตราส่วนกลับของพื้นที่ลุ่มน้ำ ในกรณีปัจจัยอื่นๆ เท่ากัน แต่เป็นที่สังเกตว่า ขนาดของพื้นที่ไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้เกิดกรณีดังกล่าว แต่เป็นปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้จำนวนปริมาณน้ำสูงสุดมีค่าแตกต่างกัน

3. สภาพภูมิประเทศในลุ่มน้ำ ลำน้ำและลักษณะทางอุทกวิทยามีอิทธิพลมาจากภูมิประเทศทำให้เกิดเป็นปัจจัยของรูปร่าง (Form Factor) ระดับความสูงของลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิต่ำและปริมาณน้ำฝน เช่นเดียวกับความลาดชันของลุ่มน้ำซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องกับอัตราการซึมผ่านของน้ำ

4. ชนิดของดิน ขนาดของเม็ดดิน สภาพการยึดเหนี่ยว ลักษณะการทับถม เป็นปัจจัยในการไหลซึมของน้ำผ่านลงใต้ดินแตกต่างกัน ชนิดของดินมีอิทธิพลสำคัญต่อการไหลของน้ำท่า

5. ปัจจัยอื่นๆ เช่น ลักษณะโครงข่ายของลำน้ำ การรับน้ำจากพื้นที่นอกลุ่มน้ำ การระบายน้ำที่จัดทำขึ้น เป็นต้น ล้วนแต่เป็นปัจจัยที่สำคัญเกี่ยวกับปริมาณน้ำท่า จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจหาข้อมูลให้เพียงพอเพื่อประเมินว่าแต่ละปัจจัยมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด

2.1.3 รูปแบบการระบายน้ำ

วิชัย เทียนน้อย (2537: 89) กล่าวว่า รูปแบบการระบายน้ำจะเป็นลักษณะระบบของแม่น้ำลำธารที่ปรากฏอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง บางครั้งเป็นเส้นตรง โค้ง หรือหักมุม มีลำธารย่อยๆ กระจายอยู่ห่างกันหรืออยู่ชิดกัน ไหลขนานกันไปหรือไหลทำมุมเฉียงต่อกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรณีวิทยาและภูมิประเทศของพื้นที่นั้นๆ สอดคล้องกับ เกษม จันทรแก้ว (2551: 78) ที่อธิบายว่า

ทางเดินของลำน้ำจะไหลไปตามความอ่อนของดินจึงทำให้ลำธารมีรูปแบบแตกต่างกันไป การเกิดลักษณะของลำน้ำนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหินและดิน ควบคู่กันไปกับการชะล้าง รูปแบบของการระบายน้ำที่สำคัญจำแนกได้ดังนี้

1. แบบทางน้ำกิ่งไม้ (Dendritic Drainage) เป็นรูปแบบการระบายน้ำที่มีลักษณะโครงข่ายคล้ายกิ่งไม้ไหลมารวมกันจนเป็นลำน้ำสายหลัก รูปแบบนี้มีมุมของลำน้ำที่ไหลมาบรรจบกันเป็นมุมแหลม (ภาพประกอบ 5-A)

2. แบบทางน้ำมูมฉาก (Trellis Drainage) เป็นรูปแบบการระบายน้ำที่เกิดขึ้นกับบริเวณของภูมิประเทศที่มีรอยแยก หรือรอยเลื่อน ลำน้ำสาขาที่ไหลมาตามรอยแยกหรือรอยเลื่อนจะไหลมาตั้งฉากหรือเกือบตั้งฉากกับลำน้ำหลัก (ภาพประกอบ 5-B)

3. แบบทางน้ำตั้งฉาก (Rectangular Drainage) เป็นรูปแบบการระบายน้ำที่มีลำน้ำย่อยหรือลำน้ำสายหลักไหลไปมาตั้งฉากกันทั้งระบบ (ภาพประกอบ 5-C)

4. แบบทางน้ำขนาน (Parallel Drainage) เป็นรูปแบบการระบายน้ำที่มีลักษณะการไหลของลำน้ำหลักและลำน้ำย่อย ไหลขนานกันและไหลไปในทิศทางเดียวกัน (ภาพประกอบ 5-D)

5. แบบทางน้ำรัศมี (Radial Drainage) เป็นรูปแบบการระบายน้ำแบบรัศมีโดยมีจุดศูนย์กลางอยู่บนยอดเขาแล้วลำน้ำสายหลักหรือสายย่อยไหลแผ่กระจายออกไปทุกทิศทางจากยอด (ภาพประกอบ 5-E)

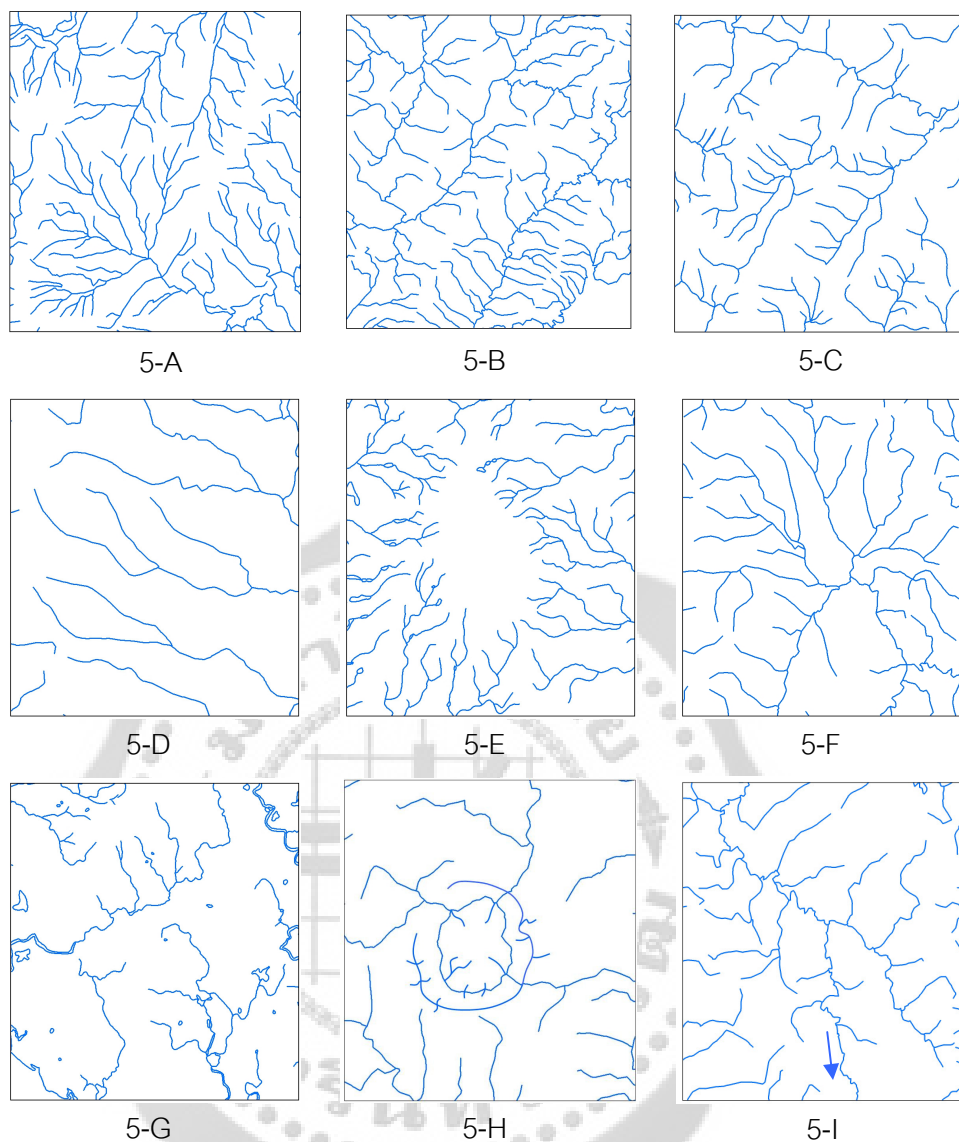
6. แบบทางน้ำสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Drainage) เป็นรูปแบบการระบายน้ำที่น้ำไหลเข้าสู่ศูนย์กลาง จากบริเวณโดยรอบเป็นที่สูง แล้วไหลลงสู่แอ่งที่อยู่ตอนกลาง (ภาพประกอบ 5-F)

7. แบบทางน้ำสับสน (Deranged Drainage) เป็นรูปแบบการระบายน้ำในบริเวณที่มีสิ่งตกจมในธารน้ำแข็งอย่างไม่เป็นระเบียบ จึงทำให้การระบายน้ำไม่มีรูปแบบ (ภาพประกอบ 5-G)

8. แบบทางน้ำวงแหวน (Annular Drainage) เป็นรูปแบบการระบายน้ำที่ลำน้ำหลักไหลไปตามแนวระดับ และไหลไปตามรอยแยกซึ่งมีลักษณะเป็นวงกลมคล้ายวงแหวน (ภาพประกอบ 5-H)

9. แบบทางน้ำย่นแนว (Barbed drainage) เป็นรูปแบบการระบายน้ำที่มีทิศทางของการไหลลำน้ำหลักและลำน้ำย่อยไหลไปในทิศทางตรงกันข้าม (ภาพประกอบ 5-I)

ลักษณะทางน้ำแบบต่างๆ (ดังภาพประกอบ 5 A-I) จะไม่สามารถพบเจอได้อย่างสมบูรณ์ ในลำน้ำใดลำน้ำหนึ่ง แต่มักจะเป็นส่วนหนึ่งของลำน้ำหลัก เช่น รูปแบบการระบายน้ำแบบขนาน และแบบย่นแนว จะพบว่าเป็นส่วนหนึ่งของการระบายน้ำแบบกิ่งไม้ ซึ่งเป็นลักษณะการระบายน้ำที่สำคัญที่พบได้ทั่วไปบนโลก



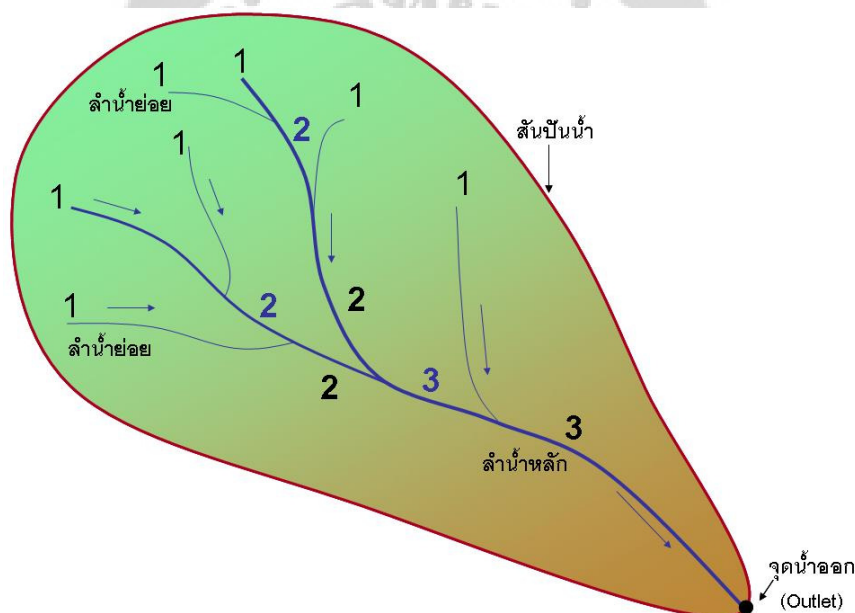
ภาพประกอบ 5 (A-I) รูปแบบการระบายน้ำในแบบต่าง ๆ

ที่มา: ประยุกต์จาก วิชัย เทียนน้อย. (2537: 90-92).

2.1.4 ลำดับลำน้ำ

เกษม จันทรแก้ว (2551: 75-76) ได้กล่าวถึงลำดับของลำธารว่า ลำน้ำมีวิวัฒนาการขึ้นจากระยะแรกเริ่มจาก ร่องน้ำขนาดเล็ก (Rill) จนถึง ลำห้วย (Gully) ซึ่งเป็นลำดับลำน้ำแรก จากนั้นมีการพัฒนาแล้วแปรสภาพเป็นลำน้ำขนาดใหญ่มีสาขามากมาย คือ เริ่มตั้งแต่ลำดับลำธารที่ 1 (First Order) ไปเป็นลำดับลำธารที่ 2 (Second Order) และลำดับลำธารที่ 3 (Third Order) ตามลำดับ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการพังทลายและอายุของดิน ที่ก่อให้เกิดการกัดเซาะจนเป็นสาขาของกลุ่มน้ำมากขึ้น

จำนวน Order นั้นเริ่มแรกเกิดที่ลำดับลำธารที่ 1 ไหลมาบรรจบกันกลายเป็นลำดับลำธารที่ 2 จากนั้นเมื่อลำดับลำธารที่ 2 ไหลมาบรรจบกันกลายเป็นลำดับลำธารที่ 3 เป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงลำดับหรือ Order สุดท้าย สอดคล้องกับ อัลัน สตราเลอร์ และอาร์เธอร์ สตราเลอร์ (Strahler, Alan; & Strahler, Arthur. 2005: 522-523) กล่าวว่า การศึกษาคุณสมบัติของลำน้ำจากการจัดระบบโดยการจัดลำดับของลำน้ำ ซึ่งกลุ่มของลำน้ำจะเริ่มจากร่องระบายขนาดเล็ก แล้วไหลไปตามความลาดเอียง ไหลมาบรรจบกันเรื่อยๆ หลายๆ กลุ่มลำน้ำ โดยลำน้ำย่อยขนาดเล็กเป็นลำดับลำน้ำที่ 1 เมื่อลำดับลำน้ำที่ 1 ไหลมาบรรจบกันจะเกิดเป็นลำดับลำน้ำที่ 2 และเป็นเช่นนั้นต่อไป ซึ่ง อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. (2530: 233) กล่าวอีกว่า ในการรวมลำน้ำที่มีลำดับที่ต่างกัน จะเลือกเอาลำดับลำน้ำที่มีลำดับสูงกว่าเป็นที่ตั้ง เช่น ลำดับลำน้ำที่ 1 รวมกับลำดับลำน้ำที่ 3 เมื่อรวมกันแล้วยังต้องเรียกลำน้ำสายนี้ว่าลำดับลำน้ำที่ 3 เป็นต้น (ดังภาพประกอบ 6)



ภาพประกอบ 6 ภาพแสดงลักษณะของลำดับลำน้ำ

ที่มา: ประยุกต์จาก อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. (2530: 233).

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า

2.2.1 ลักษณะของน้ำท่า

กรมชลประทาน (2542) ให้นิยามว่า น้ำท่าเป็นน้ำจากผิวดินซึ่งไหลมารวมกันกลายเป็นลำน้ำ มีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนเกิดจากการที่ฝนตกลงมาสู่ผิวดิน ซึ่งเป็นหนึ่งในวัฏจักรของระบบหมุนเวียนน้ำบนโลก จึงสรุปว่า น้ำท่า คือ น้ำฝนในส่วนของที่เหลือจากระบบต่างๆ ได้แก่ 1. การระเหยของผิวดินซึมผ่านเป็นน้ำใต้ดิน 2. การดูดซับน้ำของพืช 3. การระเหยกลายเป็นไอ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่ากับน้ำฝนที่มีส่วนในงานด้านวิศวกรรมนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น พืชพรรณประจำถิ่น คุณสมบัติของดิน สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ ภูมิประเทศและการใช้ประโยชน์ของที่ดิน ฮอยท์ และแลงเบียน (Hoyt & Langbein, 1995: 37) กล่าวว่า เมื่ออัตราการตกของปริมาณน้ำฝนมีมากกว่าอัตราการซึมผ่านของน้ำ น้ำจะนองกลายเป็นน้ำท่า

วิชัย ศรีบุญลือ (2552: 345) กล่าวว่า น้ำบนผิวดินและน้ำในลำน้ำบางครั้งเรียกว่า น้ำท่า เป็นน้ำในส่วนที่สามารถนำมาเก็บเพื่อใช้ประโยชน์ หรือเป็นน้ำที่จะก่อให้เกิดภัยพิบัติได้ เช่น น้ำท่วม น้ำหลาก ดังนั้นการวิเคราะห์น้ำผิวดินจึงมีความสำคัญมาก ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์และวิเคราะห์เพื่อป้องกันภัยพิบัติหรือน้ำเสียจากแหล่งชุมชน การไหลของน้ำผิวดินจึงมีความสัมพันธ์กับพื้นที่รับน้ำโดยตรง เมื่อมีการพิจารณาข้อมูลน้ำท่าเพื่องานต่างๆ สิ่งหนึ่งที่สำคัญคือ จะต้องพิจารณาพื้นที่รับน้ำที่เปรียบเสมือนกับหลังคาบ้านเอาไว้รองรับน้ำฝนให้ไหลมายังรางระบายน้ำหรือจุดรวมที่ต้องการนำมาพิจารณาหรือเรียกอีกอย่างว่า จุดออก (Outlet) ของพื้นที่รับน้ำว่า จุดที่พิจารณา (Point of Interest) ปกติน้ำบนผิวดินที่อยู่ใกล้ขอบของพื้นที่รับน้ำจะมีน้ำปริมาณน้อย เมื่อฝนตกน้ำจะไหลมารวมกันในร่องขนาดเล็ก (Rill Flow) จากนั้นจะไหลลงสู่ลำน้ำขนาดใหญ่ เมื่อปริมาณน้ำมากกว่าปกติจะทำให้เกิดน้ำท่วม

2.2.2 การวัดปริมาณการไหลของน้ำท่า

กรมชลประทาน (2542) กล่าวว่า น้ำที่ไหลในลำน้ำเป็นเพียงช่วงระยะหนึ่งในวัฏจักรของระบบหมุนเวียนน้ำบนโลก ที่มีระยะเวลาและขอบเขตจำกัด จึงสามารถตรวจวัดปริมาณได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ส่วนในการตรวจวัดน้ำในช่วงระยะอื่นของวัฏจักรน้ำ ทำได้มากที่สุดเพียงเก็บข้อมูลในบางส่วนเท่านั้น การวัดอัตราการไหลของน้ำทั่วไปมีอยู่ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกทำการวัดความสูงของน้ำในแม่น้ำหรือความสูงของผิวน้ำจากจุดอ้างอิง (Datum) ขั้นตอนต่อไปคือสร้างความสัมพันธ์ของระดับน้ำและปริมาณน้ำ การวัดปริมาณน้ำเฉพาะจุดทำได้โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วของกระแสไปตามระยะต่างๆ ของพื้นที่ตัดลำน้ำ วัดจากผิวน้ำถึงท้องน้ำตามระยะที่กำหนด คำนวณหาปริมาณในพื้นที่หน้าตัดขนาดเล็กแล้วนำมารวมกันเพื่อหาปริมาณรวมของน้ำทั้งหมดของพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำนั้น และ วิชัย ศรีบุญลือ (2552: 345) กล่าวว่า การวัดอัตราการไหลในลำน้ำในประเทศไทยนิยมอยู่ 2

แบบ ได้แก่ แบบแรกคือการวัดโดยใช้โครงสร้างที่มีรูปแบบมาตรฐานขวางทางน้ำ หรือที่เรียกว่า อาคารวัดน้ำ ที่นิยมสร้างกันคือ ฝ่ายสันคม (Sharp Crested Weir) มีอยู่ 2 แบบ ได้แก่ ฝ่ายสันคมรูปตัว V และฝ่ายสันคมรูปสี่เหลี่ยม สำหรับวิธีที่สองคือการใช้เครื่องวัดกระแส (Current Meter) เป็นเครื่องมือวัดความเร็วของน้ำบนผิวดินที่นิยมใช้กันมากเพราะสามารถใช้ได้กับทั้งร่องน้ำขนาดเล็กไปจนถึงแม่น้ำขนาดใหญ่

2.2.3 สถานีสำรวจอุทกวิทยา

รัตน รัตนจารักษ์ (2536: 29) กล่าวว่า สิ่งที่สำคัญในการวางโครงข่ายสถานีสำรวจอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา จะต้องคำนึงถึงหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) และปริมาณน้ำท่า (Stream flow) เนื่องจากแต่ละประเทศมีสภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำที่แตกต่างกัน การกำหนดกฎเกณฑ์ที่แน่นอนสำหรับใช้ในการกำหนดการวางโครงข่ายสถานีสำรวจอุทกวิทยา จึงไม่สามารถที่จะทำได้ แต่ในทางปฏิบัติยังมีแนวทางที่สามารถนำมาใช้ในการพิจารณา การจัดตั้งโครงข่ายสถานีสำรวจอุทกวิทยา ดังนี้

1. ผลที่ได้จากการวางโครงข่ายสถานีสำรวจอุทกวิทยาจะต้องให้ข้อมูลที่บรรลุวัตถุประสงค์ไม่ใช้การให้ข้อมูลที่ชั่วคราว

2. ความหนาแน่นของโครงข่ายสถานีสำรวจอุทกวิทยาและระยะเวลาการบันทึกข้อมูลขึ้นอยู่กับเวลาและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบด้านอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา

การวางแผนสร้างโครงข่ายอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยาจะให้ประโยชน์สูงสุดจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทางกายภาพ เช่น ความลาดเอียง (Slope) ระดับความสูง (Elevation) สันฐานวิทยา (Morphology) ธรณีวิทยา (Geology) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) และชนิดของดิน (Soil Types)

การวางโครงข่ายสถานีการสำรวจอุทกวิทยานั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อการสำรวจทรัพยากรน้ำบนพื้นผิวโลก โดยมีการกระจายอยู่ทั่วไปตามลักษณะทางภูมิศาสตร์และผันแปรตามระยะเวลา ความถี่ของน้ำท่วม และช่วงเวลาความแห้งแล้ง สถานีตรวจวัดน้ำควรมีให้เพียงพอสำหรับลำน้ำขนาดเล็กและลำน้ำขนาดใหญ่ โดยทั่วไปแล้วสถานีวัดน้ำหลักควรอยู่ในลำน้ำที่มีการไหลโดยธรรมชาติ

ในการติดตั้งสถานีสำรวจอุทกวิทยาในโครงข่ายลำน้ำขนาดเล็กต้องมีเกณฑ์ความหนาแน่นเป็นตัวกำหนดซึ่งความหนาแน่นโดยปกติของสถานีวัดน้ำในโครงข่ายขนาดเล็ก พิจารณาการติดตั้งสถานีในพื้นที่จริงคล้ายกับการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ซึ่งแบ่งได้ (ดังแสดงในตาราง 3)

สายสุนีย์ พุทธาคณเจริญ (2546: 66) อธิบายถึงสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกที่ตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำ มีดังนี้

1. เป็นจุดที่ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหลคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมาก
2. ที่ตั้งของสถานีวัดระดับน้ำควรเป็นจุดที่ไกลจากจุดบรรจบกันของลำน้ำ
3. เป็นจุดที่ไม่มีผลกระทบจากปรากฏการณ์น้ำอัดเอ่อ (Backwater Effect)
4. เป็นจุดที่อยู่บนลำน้ำในแนวตรงที่ยาวพอสมควร
5. เป็นจุดที่บริเวณท้องคลองมีการกัดเซาะน้อย
6. ต้องไม่อยู่ในบริเวณที่ความลาดชันของท้องลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงกะทันหัน

สถานีสำรวจอุทกวิทยาในประเทศไทยนั้น มีหลายหน่วยงานที่คอยควบคุมและดูแลตามความต้องการสำหรับข้อมูลของหน่วยงานนั้นๆ เช่น กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น ซึ่งในส่วน of กรมชลประทานดำเนินการโดยกองอุทกวิทยา ทำการแบ่งเขตการสำรวจอุทกวิทยาออกเป็น 8 ศูนย์อุทกวิทยา เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ ซึ่งมีจำนวนสถานีสำรวจอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยาทั้งหมด 985 สถานี (ดังแสดงในตาราง 4) และทั้งหมดนั้น มีทั้งยังเปิดทำการสำรวจและที่ปิดไปบ้างแล้ว (ดังภาพประกอบ 7) (รัตนารัตนารักษ์, 2536: 52)

ตาราง 3 ความหนาแน่นของสถานีสำรวจอุทกวิทยาในโครงข่ายขนาดเล็ก

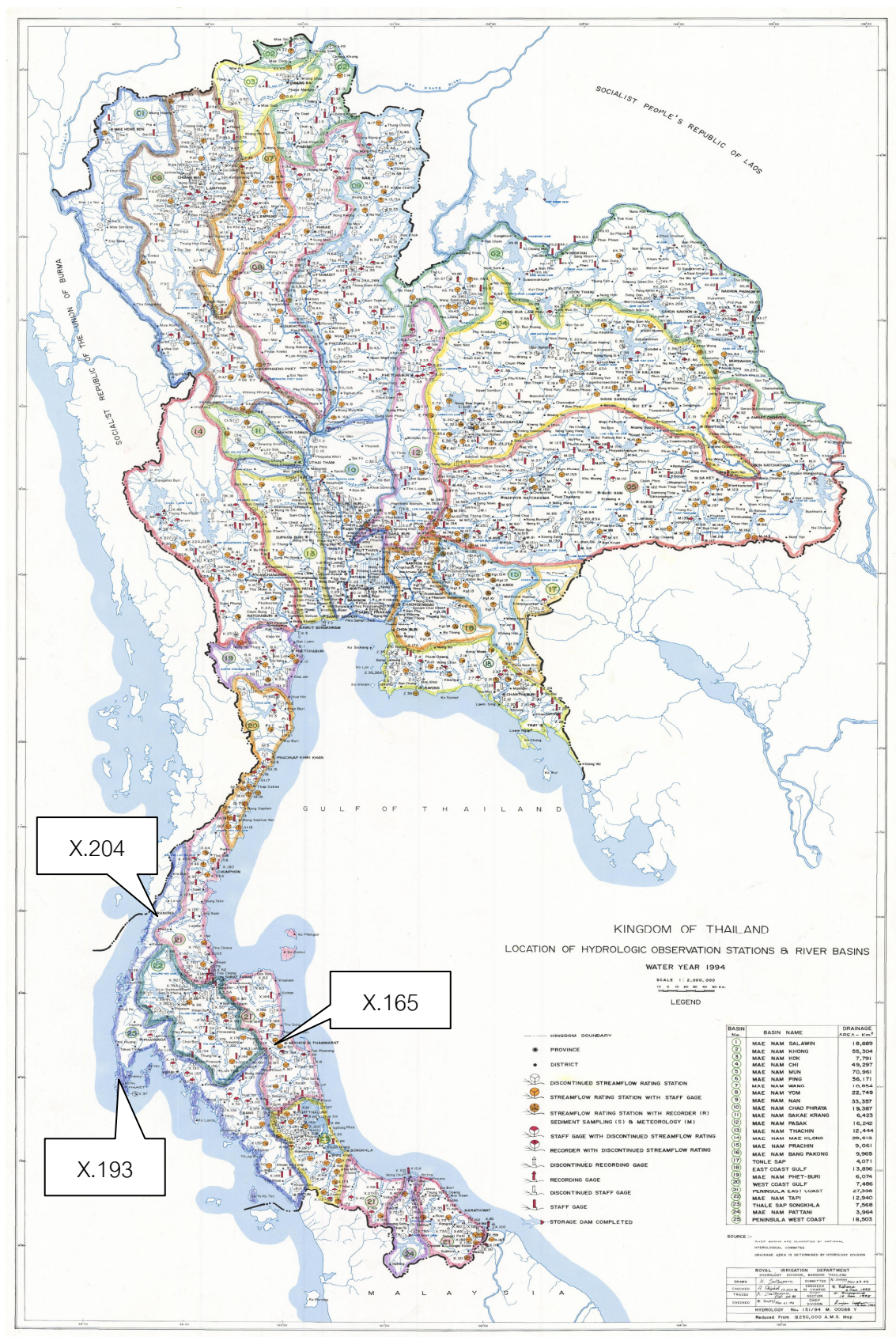
ลักษณะภูมิประเทศ	ในสภาพพื้นที่ปกติ (ตารางกิโลเมตร/สถานี)	ในสภาพที่ยากลำบาก ต่อการทำงาน (ตารางกิโลเมตร/สถานี)
1. พื้นที่ราบในเขตตอนบนเมดิเตอร์เรเนียน และเขตร้อนชื้น	1,000 – 2,590	3,000 – 10,000
2. พื้นที่ภูเขาในเขตตอนบนเมดิเตอร์เรเนียนและเขตร้อนชื้น เกาะซึ่งเป็นภูเขาเล็กๆ ซึ่งมีปริมาณฝนที่ผิดปกติและไม่แน่นอนจะมีความหนาแน่นของโครงข่ายอุทกวิทยาและสถานีวัดน้ำเป็นจำนวนมาก	300 – 1,000 140 - 300	1,000 – 5,000
3. เขตแห้งแล้งและหนาวเย็น (ไม่รวมพื้นที่ทะเลทรายขนาดใหญ่)	5,000 – 20,000	-

ที่มา: กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน. (2536).

ตาราง 4 แสดงจำนวนสถานีดุทกวิทยาในลุ่มน้ำต่างๆ ของกองดุทกวิทยา กรมชลประทาน

ลำดับที่	ลุ่มน้ำ	จำนวนสถานี
1	น้ำแม่กก	7
2	น้ำแม่อิง	13
3	แม่น้ำสาละวิน	13
4	แม่น้ำปิง	83
5	แม่น้ำวัง	27
6	แม่น้ำยม	39
7	แม่น้ำน่าน	72
8	แม่น้ำเจ้าพระยา	34
9	แม่น้ำน้อย	4
10	แม่น้ำป่าสัก	36
11	แม่น้ำลพบุรี	5
12	แม่น้ำสะแกกรัง	11
13	แม่น้ำท่าจีน	18
14	แม่น้ำโขง	72
15	แม่น้ำชี	79
16	แม่น้ำมูล	115
17	แม่น้ำปาวจิน	25
18	แม่น้ำนครนายก	8
19	โตนเลสาบ	6
20	ชายฝั่งทะเลอ่าวตะวันออก	38
21	แม่น้ำแม่กลอง	58
22	แม่น้ำเพชรบุรี	12
23	แม่น้ำปราณบุรี	6
24	คลองกุย	2
25	ชายฝั่งทะเลอ่าวตะวันตก	17
26	ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและตะวันตก	185

ที่มา: กองดุทกวิทยา กรมชลประทาน. (2536: 53).

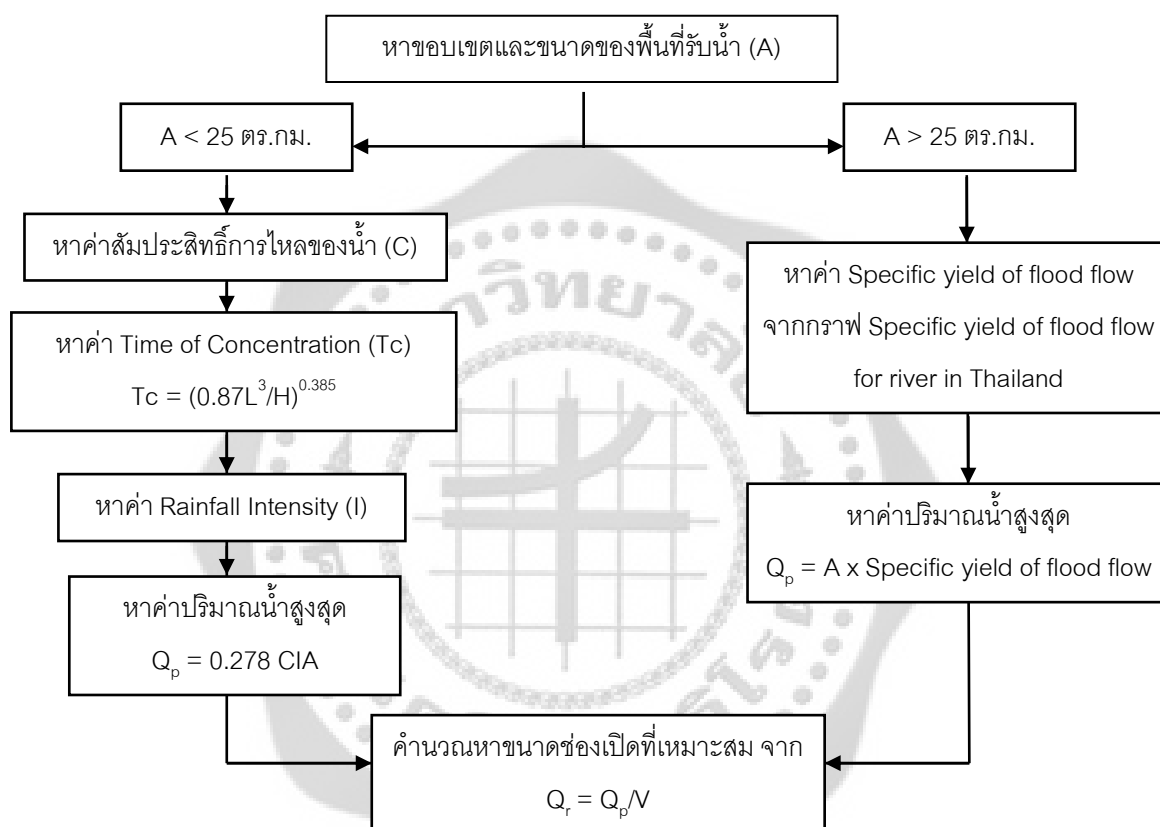


ภาพประกอบ 7 แผนที่สถานีสำรวจอุทกวิทยาประเทศไทย
 ที่มา: กรมชลประทาน. (2537).

2.2.4 การคำนวณหาปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำท่า

ฟาร์ราเดย์ และชาร์ลตัน (Farraday; & Charlton. 1983: 16) กล่าวว่า การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสะพานข้ามต่างๆ จะต้องทำการสำรวจทั้งด้านอุทกศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการคำนวณถึงความกว้างของช่องเปิดสะพานที่เหมาะสม ความลึกในการชะล้างของท้องน้ำ กำลังของน้ำที่มีผลต่อสะพาน และน้ำวน จีรพัฒน์ โชติกไกร (2551: 354) ระบุว่า การระบายน้ำที่เกี่ยวกับงานถนนจะเป็นการระบายน้ำบนผิวดิน เป็นการระบายน้ำฝนให้ไหลลงคลอง ไม่ให้เกิดน้ำท่วมถนนซึ่งจะไปทำลายโครงสร้างต่างๆ ของถนน เพราะฉะนั้นการกำหนดขนาดของอาคารระบายน้ำ จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางอุทกศาสตร์ (Hydrology) เช่น และดวน (chen; & Duan. 2003: 10-12) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้ปริมาณน้ำท่ามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น อนาคต การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถทำนายถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาด้านอุทกวิทยา ร่วมกับข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลชนิดของดินพื้นผิวที่เป็นส่วนช่วยในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่ ข้อมูลหินใต้ชั้นดิน ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางธรณีวิทยาต่างๆ เช่น หินอัคนี ธารน้ำแข็ง ตะกอนจากลำน้ำ ปัจจุบันเหล่านี้สามารถส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าได้ สายสุนีย์ พุทธาคณเจริญ (2546) กล่าวว่า “ข้อมูลน้ำท่า หรือน้ำในแม่น้ำลำคลอง มีประโยชน์ต่อวิศวกรในการนำมาใช้ในการออกแบบโครงสร้างทางชลศาสตร์ต่างๆ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ และอาคารชลศาสตร์อื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาผลกระทบต่อปริมาณน้ำในแม่น้ำ ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ได้อีกด้วย” เพราะฉะนั้นการที่จะกำหนดขนาดของอาคารระบายน้ำ จำเป็นต้องหาปริมาณของน้ำที่จะระบายออกมาซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางอุทกศาสตร์ โจฮันเนส ปีเตอร์ คาลิทซ์ (Johannes Pieter Calitz. 2011) ได้อ้างถึง สมิทท์ และสชูลส์ (Smithers; & Schulze. 2003) ว่ามีวิศวกรจำนวนมากอาศัยข้อมูลด้านอุทกวิทยาเพื่อใช้สำหรับการออกแบบโครงสร้างด้านชลศาสตร์ เช่น สะพาน หรือ ท่อลอดใต้ถนน สอดคล้องกับ เอกวิษณุ วีระพันธ์ (2539:3) กล่าวว่าในการออกแบบทางแต่ละสาย มักจะหลีกเลี่ยงไม่ผ่านพื้นที่ที่จะต้องตัดผ่านลำน้ำ ซึ่งมีทั้งขนาดเล็ก ใหญ่ ผู้ออกแบบจำเป็นต้องออกแบบอาคารระบายน้ำให้เหมาะสมและเพียงพอกับปริมาณน้ำที่จะต้องระบาย เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับคันทาง ซึ่ง มานิตชัย กล่าวกิติกุล (2539) ระบุว่า การคำนวณหาปริมาณน้ำสูงสุดที่ไหลในช่องน้ำนั้นเป็นค่าแนะนำในการออกแบบ และต้องพิจารณาประกอบกับการสำรวจระดับน้ำสูงสุดจริงในสนาม วิธีการที่กรมทางหลวงใช้คำนวณหาปริมาณน้ำมีอยู่ 2 วิธี ได้แก่ 1. วิธี Rational Method เป็นวิธีการหาปริมาณน้ำสูงสุดในพื้นที่ที่ไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร 2. วิธี Specific Yield of Flood เป็นวิธีการหาปริมาณน้ำสูงสุดที่ใช้กับพื้นที่มากกว่า 25 ตารางกิโลเมตร (ดังภาพประกอบ 8) ซึ่งในวิธีที่ 2 นี้ วีระ จินตวร (2537) กล่าวว่า การคำนวณหาปริมาณน้ำสูงสุดด้วยวิธี Specific Yield of Flood อาจมีความแปรเปลี่ยนพอสมควร เพราะ

อนันต์ผู้นำไปใช้ควรใช้ระดับน้ำสูงสุด และสภาพพื้นผิวได้นำของห้วยหรือลำน้ำประกอบการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น สำหรับข้อเปรียบเทียบทั้ง 2 วิธี (ดังแสดงในตาราง 5) และนอกเหนือจากนั้นในปัจจุบันการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตามแนวทางหลวง ยังได้มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่รับน้ำ โดยจะคำนวณหาขนาดพื้นที่รับน้ำจากข้อมูลเส้นชั้นความสูงร่วมกับข้อมูลทางน้ำ (จุฬาลักษณ์ นวีภาพ. 2555)



ภาพประกอบ 8 แสดงขั้นตอนการคำนวณปริมาณน้ำสูงสุดเพื่อนำไปหาขนาดช่องเปิดที่เหมาะสม

ที่มา: วัลภา ศรีสมศักดิ์. (2555). เอกสารการนำเสนอการจัดทำแผนที่พื้นที่รับน้ำโดยโปรแกรม ArcGIS. กรมทางหลวง.

ตาราง 5 เปรียบเทียบข้อกำหนดในวิธีการหาปริมาณการไหลของน้ำด้วยวิธี Rational Method และวิธี Specific Yield of Flood Flow

ข้อกำหนด	วิธีการคำนวณ	
	1. Rational Method	2. Specific Yield of Flood Flow
สูตรที่ใช้คำนวณ	$QP = 0.278CIA$	$QP = A \times \text{Specific Yield of Flood Flow}$
ขนาดพื้นที่ (A)	ไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร	มากกว่า 25 ตารางกิโลเมตร
ข้อมูลที่ใช้	1. ลักษณะของเนื้อดิน 2. ความชันของพื้นที่ 3. การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ 4. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน	1. กราฟ Specific Yield of Flood Flow * หาค่าจากกราฟโดยอาศัยเพียงขนาดของพื้นที่

ที่มา: วัลภา ศรีสมศักดิ์. (2555). เอกสารการนำเสนอการจัดทำแผนที่พื้นที่รับน้ำโดยโปรแกรม ArcGIS. กรมทางหลวง.

2.2.5 การคำนวณแบบ Rational Method

ดั้งเดิมนั้นวิธีการคำนวณแบบ Rational Method ถูกนำมาใช้ในการทำนายปริมาณการไหลของน้ำสูงสุดในปี 1920 เพื่อทำนายถึงความผิดปกติของปริมาณน้ำฝนในช่วงที่มีพายุรวมไปถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับน้ำ (Dooge. 1973: 81) บรูซ เอ็ม แม็กเอ็นโร (Bruce M. McEnroe. 2007) และคณะอ้างถึง Dooge (1957) ว่าวิธี Rational Method เป็นวิธีที่ใช้ในการคำนวณเพื่อออกแบบการระบายน้ำ ถูกนำมาใช้ครั้งแรกโดย Thomas Mulvany วิศวกรชาวไอริช ในปี ค.ศ. 1851 นีรจัน ดากาล (Nirajan Dhakal. 2012) อ้างจาก Kuichling (1889) และ Lloyd-Davies (1906) ระบุว่า ต่อมา Rational Method ได้ถูกพัฒนาในประเทศสหรัฐอเมริกาโดย Kuichling และเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในสหราชอาณาจักรโดย Lloyd-Davies สุเทพ และเคนซาคุ (2521: 136) ระบุว่าวิธีการ Rational Method เป็นวิธีที่เก่าแก่ที่สุดและมีชื่อเสียงที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆและเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก จีรพัฒน์ โชติกไกร (2551: 357) กล่าวอีกว่า การคำนวณแบบ Rational Method เป็นวิธีที่ง่ายต่อการคำนวณและได้ค่าที่ถูกต้องในพื้นที่รับน้ำที่ไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร ซึ่งการหาปริมาณน้ำสูงสุด สำหรับกรมทางหลวงจะคำนวณปริมาณน้ำโดยใช้สมการ

ของ Rational Method สำหรับพื้นที่รับน้ำที่มีขนาดไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร (นพดล ประไพตระกูล. 2545: 12)

โดยสมการของ Rational Method มีดังนี้

$$Q = CIA \quad \text{ระบบอังกฤษ} \dots\dots\dots (1)$$

$$Q = 0.278CIA \quad \text{ระบบเมตริก (กรมทางหลวง. 2527: 35)} \dots\dots (2)$$

- โดย Q คือ ปริมาณการไหลของน้ำ (ลบ.ม./วินาที)
 C คือ สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน
 I คือ ความเข้มปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)
 A คือ ขนาดพื้นที่รับน้ำ (ตารางกิโลเมตร) (กรมทางหลวง. 2551: 2)

กรมทางหลวง (2555: 2) สำหรับขั้นตอนในการคำนวณหาปริมาณน้ำสูงสุดในสมการ Rational Formula มีขั้นตอนเบื้องต้นดังนี้

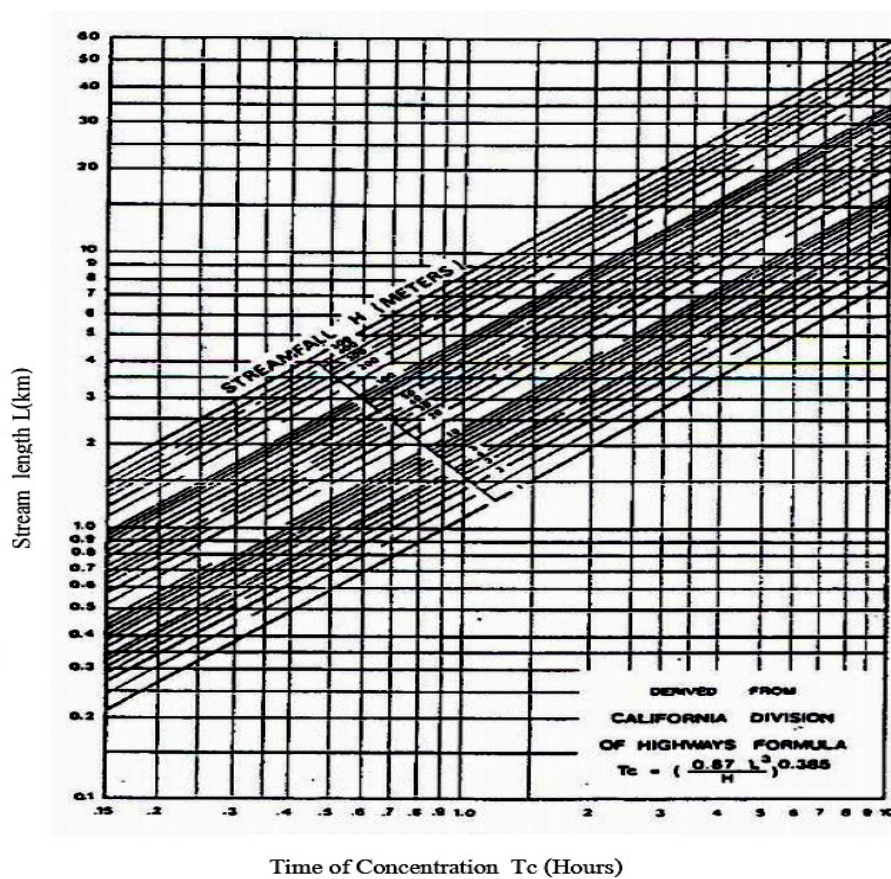
1. ทำการหาขนาดของพื้นที่รับน้ำ (A) สามารถหาได้จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 โดยพิจารณาจากเส้นชั้นความสูง (Contour line)
2. หาค่า Time of Concentration (T_c) ซึ่งเป็นค่าระยะเวลาที่สั้นที่สุดที่ฝนตกบนพื้นที่รับน้ำฝนที่ใกล้ที่สุดที่จะไหลมาสมทบถึงบริเวณอาคารระบายน้ำ ซึ่งกำหนดให้เท่ากับระยะเวลาฝนตก (Duration) ซึ่งเกิดขึ้นในรอบปีที่ออกแบบ

$$T_c = (0.87L^3/H)^{0.385} \dots\dots\dots (3)$$

- โดย T_c คือ เวลาที่น้ำไหลมารวมกัน (มีหน่วยเป็นชั่วโมง)
 L คือ ความยาวของทางน้ำที่ใกล้ที่สุด (กิโลเมตร)
 H คือ ระดับความสูงที่แตกต่างกันระหว่างจุดที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดที่ออกแบบอาคารระบายน้ำ (เมตร)

นอกจากสมการแล้วค่า T_c สามารถหาได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวของทางน้ำ (L) และระดับความสูงที่แตกต่างกันของพื้นที่ (H) กับค่า Time of Concentration (T_c) (ดังภาพประกอบ 9) โดยค่า T_c ที่ได้ต้องนำมาแปลงหน่วยให้เป็นนาที

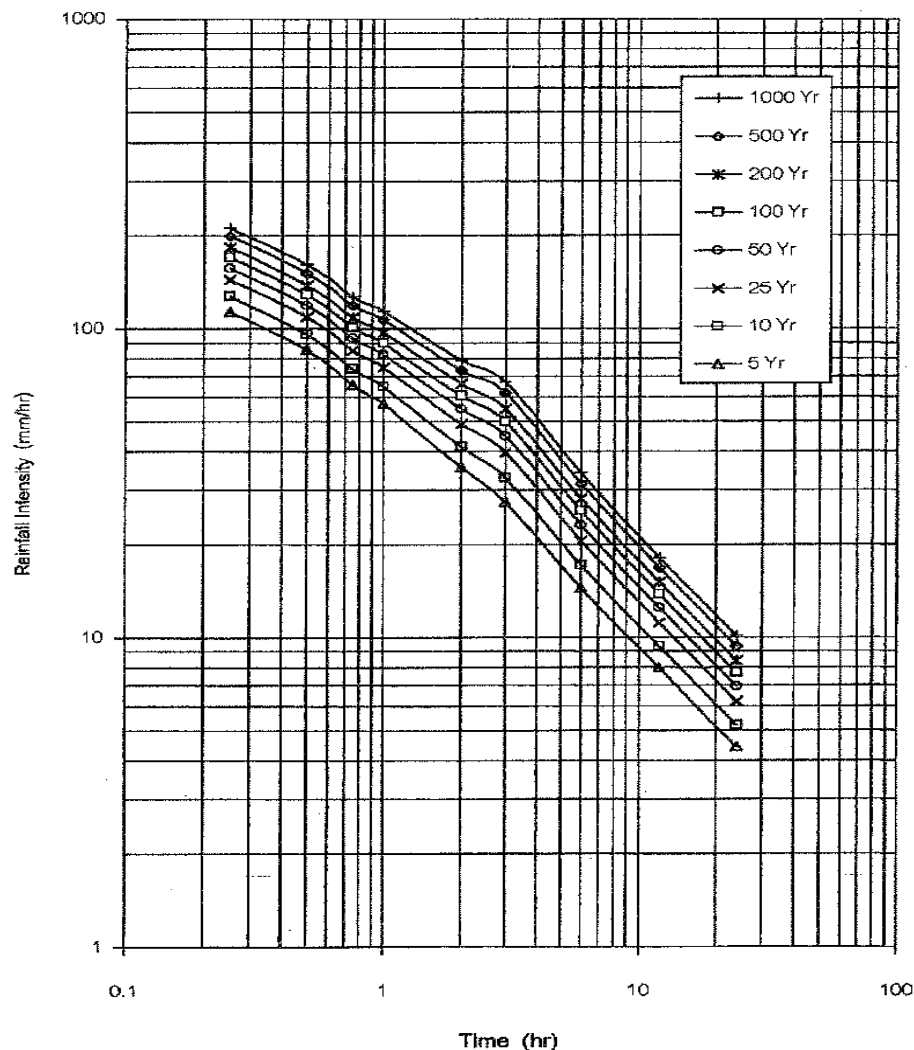
3. หาค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) จากกราฟ Rainfall Intensity – Duration - Frequency Curves (ดังภาพประกอบ 10) ของพื้นที่จังหวัดที่ทำการออกแบบ ถ้าหากในจังหวัดนั้นไม่มีให้ใช้จังหวัดใกล้เคียง



ภาพประกอบ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวของทางน้ำ (L) และระดับความสูงที่แตกต่างกันของพื้นที่ (H) กับค่า Time of Concentration (Tc)

ที่มา: ทวีศักดิ์ ตั้งวรภัทร์. (2546: 6); อ้างอิงจาก วีระพล. (2531).

Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve at A.Muang C.Chiang Mai
(1953-1993)



ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างกราฟ Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves

ที่มา: กรมทางหลวง. (2555).

4. ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) หาได้จากตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (ดังแสดงในตาราง 6) ซึ่งจะต้องพิจารณาจากสภาพของพื้นที่ เช่น สภาพความลาดชัน ลักษณะของดิน และการใช้ประโยชน์ของที่ดินในพื้นที่รับน้ำนั้นๆ ในพื้นที่รับน้ำแต่ละแห่งอาจมีลักษณะของพื้นที่ได้หลายประเภท จึงต้องทำการวิเคราะห์ในพื้นที่ย่อยและนำมาเฉลี่ยของพื้นที่ทั้งหมดตามสมการ

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + C_3A_3 + \dots + C_nA_n}{A_{\text{Total}}} \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ คือ ค่า C ของแต่ละพื้นที่ย่อย
 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ คือ ขนาดของพื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่
 A_{Total} คือ ขนาดของพื้นที่รับน้ำทั้งหมด (ตร.กม.)

5. เมื่อได้ค่าต่างๆ ตามกำหนดจึงทำการคำนวณตามสมการ Rational Formula จึงจะได้ค่าอัตราการไหลของน้ำ (Q) ออกมา

รายละเอียดกลุ่มดินที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาค่า C มีดังนี้

กลุ่มดินเอ : ดินที่มีอัตราการซึมผ่านสูง เมื่อเปียกน้ำสมบูรณ์ การระบายน้ำดี ทราบและกรวด เป็นดินที่มีอัตราการส่งผ่านน้ำได้ดี (อัตราการซึมผ่านมากกว่า 0.3 นิ้ว/ชั่วโมง)

กลุ่มดินบี : ดินที่มีอัตราการซึมผ่านปานกลาง เมื่อเปียกน้ำสมบูรณ์ การระบายน้ำเกือบดีถึงดี เป็นดินที่มีอัตราการส่งผ่านน้ำปานกลาง (อัตราการซึมผ่านระหว่าง 0.15 ถึง 0.3 นิ้ว/ชั่วโมง)

กลุ่มดินซี : ดินที่มีอัตราการซึมช้า เมื่อเปียกน้ำสมบูรณ์ เนื้อดินเกือบละเอียดถึงละเอียด เป็นดินที่มีอัตราการส่งผ่านน้ำช้า (อัตราการซึมผ่านระหว่าง 0.05 ถึง 0.15 นิ้ว/ชั่วโมง)

กลุ่มดินดี : ดินที่มีอัตราการซึมช้ามาก เมื่อเปียกน้ำสมบูรณ์ เนื้อดินเป็นดินเหนียว เป็นดินที่มีอัตราการส่งผ่านน้ำช้ามาก (อัตราการซึมผ่านน้อยกว่า 0.05 นิ้ว/ชั่วโมง) (Ward; & Elliot. 1995: อ้างอิงจาก SCS. 1984)

ตาราง 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (Runoff Coefficient, C) สำหรับสูตร Rational Method

การใช้ที่ดิน	กลุ่มดินและช่วงของความชัน											
	กลุ่มดินเอ			กลุ่มดินบี			กลุ่มดินซี			กลุ่มดินดี		
	0-2%	2-6%	>6%	0-2%	2-6%	>6%	0-2%	2-6%	>6%	0-2%	2-6%	>6%
พื้นที่อุตสาหกรรม	0.67 ¹	0.68	0.68	0.68	0.68	0.69	0.68	0.69	0.69	0.69	0.69	0.70
	0.85 ²	0.85	0.86	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87	0.86	0.86	0.88
ย่านการค้า	0.71	0.71	0.72	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.90	0.89	0.89	0.90
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ³	0.47	0.49	0.50	0.48	0.50	0.52	0.49	0.51	0.54	0.51	0.53	0.56
	0.58	0.60	0.61	0.59	0.61	0.64	0.60	0.62	0.66	0.62	0.64	0.69
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง ⁴	0.25	0.28	0.31	0.27	0.30	0.35	0.30	0.33	0.38	0.33	0.36	0.42
	0.33	0.37	0.40	0.35	0.39	0.44	0.38	0.42	0.49	0.41	0.45	0.54
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย ⁵	0.14	0.19	0.22	0.17	0.21	0.26	0.20	0.25	0.31	0.24	0.28	0.35
	0.22	0.26	0.29	0.24	0.28	0.34	0.28	0.32	0.40	0.31	0.35	0.46
พื้นที่เกษตรกรรม	0.08	0.13	0.16	0.11	0.15	0.21	0.14	0.19	0.26	0.18	0.23	0.31
	0.14	0.18	0.22	0.16	0.21	0.28	0.20	0.25	0.34	0.24	0.29	0.41

ตาราง 6 (ต่อ)

การใช้ที่ดิน	กลุ่มดินและช่วงของความชัน											
	กลุ่มเอ			กลุ่มบี			กลุ่มซี			กลุ่มดี		
	0-2%	2-6%	>6%	0-2%	2-6%	>6%	0-2%	2-6%	>6%	0-2%	2-6%	>6%
พื้นที่เปิด ⁶	0.05	0.10	0.14	0.08	0.13	0.19	0.12	0.17	0.24	0.16	0.21	0.28
(หญ้า/ป่าไม้)	0.11	0.16	0.20	0.14	0.19	0.26	0.18	0.23	0.32	0.22	0.27	0.39
ทางหลวงพิเศษและทางด่วน	0.57	0.59	0.60	0.58	0.60	0.61	0.59	0.61	0.63	0.60	0.62	0.64
	0.70	0.71	0.72	0.71	0.72	0.74	0.72	0.73	0.76	0.73	0.75	0.78

1. ค่า Runoff Coefficient ใช้กับกรณีมีพายุเกิดซ้ำในรอบต่ำกว่า 25 ปี
2. ค่า Runoff Coefficient ใช้กับกรณีมีพายุเกิดซ้ำในรอบ 25 ปี หรือมากกว่า
3. ที่อยู่อาศัยหนาแน่นมากจะต้องมีบ้านมากกว่า 15 หลังคาเรือน ต่อพื้นที่ 1 เอเคอร์
4. ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลางจะต้องมีบ้านระหว่าง 4 – 15 หลังคาเรือน ต่อพื้นที่ 1 เอเคอร์
5. ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อยจะต้องมีบ้าน 1 – 4 หลังคาเรือน ต่อพื้นที่ 1 เอเคอร์
6. สำหรับทุ่งหญ้าและป่าไม้แนะนำให้ใช้ค่าต่ำที่อยู่ในพื้นที่เปิด

ที่มา: ประยุกต์จาก Ward; & Elliot. (1995: 151). อ้างอิงจาก Erie and Niagara Counties Regional Planning Board. (1981).

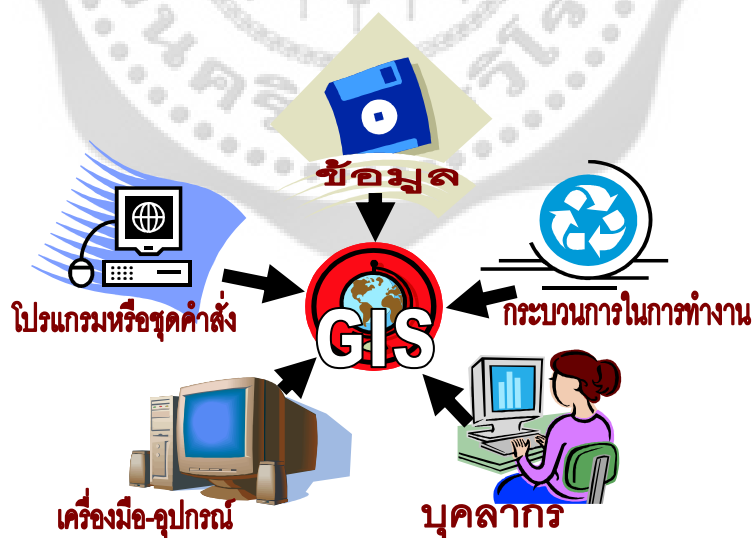
3. เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ หมายถึง การผสมผสานความรู้และเทคโนโลยีจากการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System) มาประยุกต์ใช้ในงานเชิงพื้นที่ด้านต่างๆ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). 2552: 1) เช่น การศึกษาและวิจัยงานด้านการจัดการลุ่มน้ำ มีข้อมูลหลากหลายชนิดและกระจายกันอยู่ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งควรมีการจัดการระบบฐานข้อมูล (Database system) เพื่อช่วยในการจัดเรียงข้อมูลที่จะนำไปวางแผนและเฝ้าระวังติดตามสภาพการณ์ต่างๆ โดยเฉพาะการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) ในการวางแผน ติดตาม วิเคราะห์และประเมินผลกระทบเพราะธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เทคโนโลยีนี้จะนำมาใช้จัดการและติดตามการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้เกือบทุกชนิด เนื่องจากเป็นระบบที่ได้จัดการเกี่ยวกับพื้นที่ (กรมชลประทาน. 2551: 1) ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไว้ดังเช่น กรมทางหลวง (2551: 1) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System (GIS) คือ ระบบที่ประกอบด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมคำสั่ง ฐานข้อมูลและบุคลากร ซึ่งทำงานร่วมกันในการนำเข้า เก็บบันทึก จัดการวิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลสารสนเทศปริภูมิ (สารสนเทศปริภูมิ คือ สารสนเทศที่สามารถอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์และแสดงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลได้นั่นเอง) เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการแก้ปัญหาและการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับ กรมชลประทาน (2547: 1) ที่อธิบายถึงความหมายของคำว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง ระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการจัดการข้อมูลและข่าวสาร ตั้งแต่การรวบรวมข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการเสนอผลการวิเคราะห์ ตลอดจนประเมินผลข้อมูลทั้งหมด ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ตามต้องการ โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล กรมชลประทาน (2547: 14) กล่าวอีกว่า การจัดทำข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการบริหารงานแหล่งน้ำ ใช้เป็นฐานข้อมูลในการดำเนินการแหล่งน้ำเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในงานบริหารและจัดการทรัพยากรน้ำ โดยเป็นการแสดงผลในรูปแบบของแผนที่และข้อมูล สามารถนำไปใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจเบื้องต้นได้ว่า การบริหารงานนั้นควรเป็นไปในทิศทางใด ซึ่งมีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ เข้าใจได้ง่ายในการติดตามผลและวิเคราะห์ข้อมูลนั้นๆ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์ ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.1 องค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สุเพชร จิรขจรกุล (2552: 31) กล่าวว่า จากหลักการแล้วองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ ได้แก่ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง วิธีการทำงาน ข้อมูล และบุคลากร (ดังภาพประกอบ 11) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ เป็นองค์ประกอบในส่วนสนับสนุนและจัดการกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสร้างฐานข้อมูลรวมไปถึงการจัดเก็บ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่อง GPS เครื่องกราฟิก และเครื่องพิมพ์ เป็นต้น
2. โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง เป็นสิ่งที่คอยควบคุมสั่งการให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามคำสั่งที่กำหนด เพื่อจัดการกับข้อมูลต่างๆ ในด้านภูมิศาสตร์ เช่น ArcGIS, ArcView, MapInfo, เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมและระบบปฏิบัติการอื่นๆ ที่มีส่วนร่วมในการทำงาน เช่น Windows XP, Windows Vista, Microsoft Word, Microsoft Excel เป็นต้น
3. ข้อมูล เป็นข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากแหล่งข้อมูลทั้งข้อมูลปฐมภูมิ และทุติยภูมิ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ข้อมูลแผนที่ ข้อมูลทางสถิติ เป็นต้น
4. วิธีการทำงาน กล่าวคือขั้นตอน กระบวนการในการทำงาน เช่น การเตรียมข้อมูล การนำเข้าข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงผลและการเก็บบันทึกข้อมูล
5. บุคลากร เป็นผู้ดำเนินการในการนำเอาองค์ประกอบจากทุกส่วนมาผสมผสานทำงานร่วมกัน ทำให้เกิดเป็นผลลัพธ์ เกิดเป็นข้อมูลเพื่อรองรับความต้องการ ของข้อมูลสำหรับหน่วยงาน



ภาพประกอบ 11 แสดงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ที่มา: ประยุกต์จาก สุเพชร จิรขจรกุล. 2552: 31.

3.2 ลักษณะการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ศิริ คูอาริยะกุล (2545: 4) อธิบายถึงการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่า ปัจจุบัน ทำงานได้หลากหลายรูปแบบ โดยมีหน้าที่หลักที่สำคัญ คือ

1. การจัดเก็บและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Maintenance and Analysis of the Spatial Data) มีหน้าที่ในการวิเคราะห์พื้นที่ในลักษณะต่างๆ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูล การเปลี่ยนแปลงระบบพิกัด การปรับแก้เชิงเรขาคณิต การแก้ไขแผนที่เบื้องต้น เช่น การตัดต่อแผนที่ การเพิ่ม ลดข้อมูลต่างๆ เป็นต้น

2. การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูลในฐานะข้อมูลคุณลักษณะ (Maintenance and Analysis of Attribute Data) มีหน้าที่การทำงานอยู่ 2 ลักษณะใหญ่ๆ ได้แก่ การนำเข้าข้อมูล การตรวจสอบแก้ไขข้อมูลตาราง และการค้นคืนข้อมูลคุณลักษณะ

3. การวิเคราะห์เชิงบูรณาการ ข้อมูลพื้นที่และข้อมูลคุณลักษณะ (Integrated Analysis of Spatial and Attribute Data) มีหน้าที่การทำงานแบบผสมผสานระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลคุณลักษณะ โดยมีลักษณะการทำงานที่สำคัญประกอบด้วย การค้นคืนข้อมูล การจำแนกประเภทข้อมูล การซ้อนทับข้อมูล การคำนวณทางสถิติ การวิเคราะห์พื้นที่

4. การแสดงผลลัพธ์ เป็นลักษณะการทำงานในรูปแบบของการนำเสนอผลงาน ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ มีการทำงานในด้านต่างๆ ได้แก่ การกำหนดรูปแบบของแผนที่ การกำหนดรูปแบบตัวอักษร การกำหนดรูปแบบของเส้น จุด รวมถึงการแสดงผลออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพกราฟิก ภาพสามมิติ ตารางสถิติ กราฟต่างๆ การส่งออกข้อมูลภาพต่างๆ เป็นต้น

3.3 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในปัจจุบันได้ถูกนำมาใช้กับหลากหลายหน่วยงานทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยยกตัวอย่างจาก สุเพชร จิรขจรกุล (2552: 22-28) ที่ได้อธิบายถึงการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปใช้ในด้านต่างๆ ได้แก่

ด้านเศรษฐกิจ เช่น การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งสถานที่ธุรกิจต่างๆ การจัดการระบบกระจายสินค้าไปยังสาขาต่างๆ

ด้านคมนาคม เช่น การวางแผนการเดินทางโดยสาร เรือโดยสาร เครื่องบิน

ด้านสาธารณูปโภคพื้นฐาน เช่น การวางแผนการเดินระบบสายไฟและท่อน้ำประปา

ด้านการสาธารณสุข เช่น การวิเคราะห์การแพร่กระจายของโรคระบาด การกำหนดตำแหน่งที่พักพิงของผู้ป่วยเพื่อติดตามอาการ

ด้านการบริการชุมชน เช่น การให้ข้อมูลจากภาครัฐกับประชาชน

ด้านการบังคับกฎหมายและป้องกันอาชญากรรม เช่น การกำหนดสถานที่เพื่อตั้งป้อมตำรวจ การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่ออาชญากรรม

ด้านการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การจัดการพื้นที่ชุมชนเมือง

ด้านการจัดการเก็บภาษี เช่น การใช้ในการติดตามการเก็บภาษีอากรต่างๆ

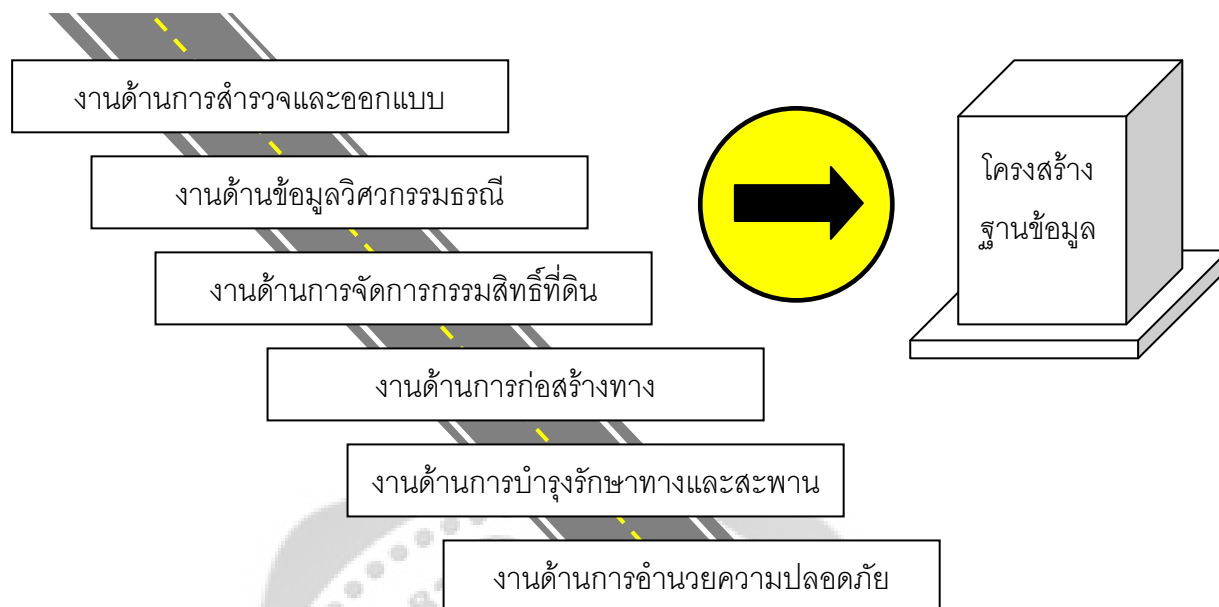
ด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การสร้างแบบจำลองความสูงของภูมิประเทศ และแบบจำลองต่างๆ

ด้านการติดตามทรัพยากรป่าไม้ เช่น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้

ด้านการจัดการภาวะฉุกเฉินและภัยพิบัติ เช่น การหาพื้นที่ปลอดภัยจากสารพิษรั่วไหล การกำหนดเส้นทางอพยพไปยังที่ปลอดภัย

จะเห็นได้ว่าเกือบทุกหน่วยงานที่ให้ความสนใจและสนับสนุนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยกตัวอย่าง กรมทางหลวง. (2551) กระทรวงคมนาคม เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่ได้มีการนำมาใช้ และมีการจัดการฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อย่างเป็นระบบ โดยสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่ม (ดังภาพประกอบ 12) ประกอบด้วย

1. กลุ่มข้อมูลสำรวจและออกแบบ
2. กลุ่มข้อมูลวิศวกรรมธรณี
3. กลุ่มข้อมูลกรรมสิทธิ์ที่ดิน
4. กลุ่มข้อมูลก่อสร้างทาง
5. กลุ่มข้อมูลบำรุงรักษาทางและสะพาน
6. กลุ่มข้อมูลอำนวยความสะดวก



ภาพประกอบ 12 แสดงชั้นข้อมูลในด้านต่างๆ ของกรมทางหลวง

ที่มา: ประยุกต์จาก กรมทางหลวง. (2551).

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับพื้นที่ลุ่มน้ำ

สุธี พรธนาผลากุล (2548) ได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาอิทธิพลของลักษณะทางภูมิกายภาพของกลุ่มน้ำต่อลักษณะการไหลของน้ำในลำธารภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 12 กลุ่มน้ำ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายชั่วโมงและรายวัน ในระหว่างปี พ.ศ. 2513-2547 และนำมาหาความสัมพันธ์เชิงสถิติโดยวิธี Correlation Matrix และหาสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ผลการศึกษาพบว่า ในวิธี Correlation Matrix นั้น ความยาวของลำน้ำ ความยาวจากจุดศูนย์ถ่วงของลำน้ำจนถึงจุดออกมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงต่อปริมาณน้ำท่าสูงสุด และความลาดชันของกลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคผกผันต่อปริมาณน้ำท่าสูงสุด ช่วงเวลาการไหลสูงสุด และช่วงเวลาการไหลทั้งหมดอย่างเด่นชัด ส่วนความหนาแน่นของทางระบายน้ำสัมประสิทธิ์ของรูปร่างกลุ่มน้ำและความลาดชันของลำน้ำมีความสัมพันธ์ไม่เด่นชัด ส่วนวิธีหาสมการ

ถดถอย Stepwise พบว่าลักษณะภูมิกายภาพที่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับปริมาณการไหลสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญมากที่สุดคือ ความลาดชันของกลุ่มน้ำ ลักษณะภูมิกายภาพที่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับช่วงเวลาการไหลสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญมากที่สุดคือ ความยาวของลำน้ำสายหลัก และลักษณะภูมิกายภาพที่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับช่วงเวลาการไหลทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญมากที่สุดคือความยาวของลำน้ำสายหลัก

ศราวุธ สากล (2553) ได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองการบริหารจัดการน้ำหลากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก ในการหารูปแบบหรือแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่รับน้ำนอง โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และแบ่งพื้นที่ออกเป็น 9 พื้นที่ย่อย ได้แก่ CA1 ถึง CA9 จากการศึกษาพบว่า แนวทางการบริหารจัดการน้ำหลากที่ผันเข้าพื้นที่ศึกษาเกินกว่าเกณฑ์ระบายน้ำปกติ (100 ลบ.ม./วินาที) จะใช้พื้นที่ CA1, CA2, CA3 และ CA9 ในการรองรับปริมาณน้ำส่วนเกินตามลำดับ โดยมีอัตราการไหลสูงสุดอยู่ที่ 150 ลบ.ม./วินาที จะทำให้ระดับน้ำท่วมในพื้นที่ทั้ง 4 ไม่เกิน 50 เซนติเมตร อัตราการไหลสูงสุดอยู่ที่ 210 ลบ.ม./วินาที จะทำให้ระดับน้ำท่วมในพื้นที่ทั้ง 4 จะไม่เกิน 75 เซนติเมตร และที่อัตราการไหลสูงสุดที่ 250 ลบ.ม./วินาที ระดับน้ำท่วมในพื้นที่ทั้ง 4 จะไม่เกิน 100 เซนติเมตร สามารถรองรับน้ำส่วนเกินทั้งหมด

ศิริพร ตรีธาร (2547) ได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการคัดเลือกแนวเส้นทางหลวงเบื้องต้น บริเวณอำเภอปากช่องถึงอำเภอรังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ 5 ปัจจัย ได้แก่ ความชัน ธรณีวิทยา ปฐพีวิทยา ด้านการใช้ที่ดิน และด้านอุทกวิทยา ซึ่งปัจจัยในด้านอุทกวิทยาที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อกำหนดแนวเส้นทางจะต้องคำนึงคือบริเวณจุดสร้างสะพานที่มีหน้าที่ระบายน้ำ โดยวิเคราะห์หาปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำท่า (Flood Peak) โดยวิธี Rational Method (RM) และวิธี Specific Yield of flood เพื่อนำไปประเมินความเหมาะสม ผลการศึกษาพบว่า ความเหมาะสมด้านอุทกวิทยาในพื้นที่ส่วนใหญ่มีความเหมาะสมน้อย คิดเป็นร้อยละ 62.78 ความเหมาะสมปานกลางคิดเป็นร้อยละ 14.60 ซึ่งเป็นพื้นที่เนิน ส่วนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากจะอยู่บริเวณสันปันน้ำ คิดเป็นร้อยละ 7.08 ของพื้นที่ และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุดอยู่บริเวณที่เป็นทางน้ำสายหลักคิดเป็นร้อยละ 15.54 ของพื้นที่

สิริวัชร อินทรักษา (2555) ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เพื่อทำการศึกษถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของน้ำท่าบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่จาง จังหวัดลำปาง โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองทางอุทกวิทยา SWAT ในการจำลองปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2544-2552 ซึ่งใช้ข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลดิน และข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณ

น้ำฝน และกรณีใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2543 ศึกษาปริมาณน้ำท่าจำลองเฉลี่ยรายปี ช่วงปี พ.ศ. 2544-2552 แล้วได้ผลรวมน้อยกว่ากรณีใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากปี พ.ศ. 2552 ที่ได้มีการขยายพื้นที่เกษตรกรรมตามลำน้ำแม่จางเพิ่มขึ้น

พรทิพย์ บำรุงกลาง (2542) ทำการศึกษาโดยการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ต่างๆ ทำการจำแนกตามความสำคัญของภัยที่ศึกษา คือ พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erosion) พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดภัยแล้ง (Drought) และพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยน้ำท่วม (Flood) ผลจากการศึกษาพบว่า พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดชะล้างพังทลายของดิน พื้นที่ที่มีความเสี่ยงมากที่สุดมีพื้นที่ 600,137.50 ไร่ (960.217 ตร.กม.) บริเวณทางตอนล่างของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ อำเภอวังน้ำเขียว และอำเภอปากช่อง พื้นที่เสี่ยงภัยต่อภัยแล้งมากที่สุด คือ บริเวณอำเภอวังน้ำเขียว และพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยมากที่สุดอยู่บริเวณอำเภอบึงขัง และบริเวณใกล้เคียงลำพระเพลิง

อิศเรศ กะการดี และเอกสิทธิ์ โสมิตสกุลชัย (2555) ได้ทำการหาทิศทางการไหลของน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำในพื้นที่ราบลุ่มด้วยข้อมูล DEM ในบริเวณพื้นที่ราบตอนล่างของลุ่มน้ำแม่กลอง ในเขตโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ โดยเลือกวิธีการหาทิศทางการไหลของน้ำจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งโดยรอบ 8 ทิศทาง (D8) ในการวิเคราะห์ลักษณะการระบายน้ำ และวิธี Stream burning ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ผลจากการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ทิศทางการไหลและขอบเขตลุ่มน้ำด้วยวิธี D8 เพียงอย่างเดียวไม่สอดคล้องตามความเป็นจริง การใช้ข้อมูลคลองส่งน้ำร่วมกับข้อมูลคลองระบายน้ำให้ผลสอดคล้องกับความเป็นจริงมากกว่าการใช้ข้อมูลเพียงอย่างเดียวหนึ่ง การเตรียมข้อมูลการระบายน้ำที่เสมือนจริงจะช่วยให้การจำลองสภาพทางอุทกวิทยามีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

อนุชิต รัตนสุวรรณ (2544) ทำการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลในการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า ในบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ข้อมูลปริมาณน้ำท่า และข้อมูลปริมาณน้ำฝน และใช้ข้อมูล 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531-2540 รูปแบบการใช้ที่ดินที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ไร่ร้างและป่ารุ่นสอง พื้นที่ไร่เลื่อนลอย พื้นที่เมืองและที่อยู่อาศัย และพื้นที่แหล่งน้ำ ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่าจำนวน 22 รูปแบบ ในจำนวนนี้มี 14 รูปแบบที่ทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลง มี 4 รูปแบบที่ทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น และ 4 รูปแบบที่เหลือไม่ชัดเจน

วีรยา วิทยะ (2547) ได้ทำการประยุกต์แบบจำลอง Topography based hydrological model (TOPMODEL) เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของค่าดัชนี สภาพภูมิประเทศ (Topographic Index, TI) รูปแบบการวิเคราะห์การไหลหลายทิศทางสอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศมากกว่า รูปแบบการวิเคราะห์การไหลทิศทางเดียว ผลจากการศึกษาพบว่า การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง TOPMODEL ไม่สามารถจำลองลักษณะการไหลของน้ำท่าช่วงส่นลด (Recession curve) ให้ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้ แม้จะมีการปรับปรุงแบบจำลองเปลี่ยนสมการของความชื้นในดินส่วนที่เหลือ เพื่อยกระดับความจุของความชื้นในดินไม่ให้ขนานไปกับสภาพภูมิประเทศแล้วก็ตาม และการแบ่งชั้นค่า Topographic Index เป็น 30 ชั้น 50 ชั้น และ 100 ชั้น เมื่อเปรียบเทียบผลในแต่ละชั้น พบว่าจำนวนชั้นที่เพิ่มมากขึ้นมีผลต่อการประเมินน้ำทำน้อยมาก

ปาสคาล สตอร์ค และคนอื่นๆ (Pascal Storck; et al. 1999) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองด้านอุทกวิทยานบนพื้นฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับการคาดคะเนการไหลสูงสุดของลำธารจากพื้นที่ป่าทางตะวันตกเฉียงเหนือของแปซิฟิก โดยใช้ข้อมูลภูมิประเทศ ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำการศึกษาใน 3 พื้นที่ตัวอย่าง และศึกษาในแบบจำลองการกระจายตัวของดินและพืชเชิงอุทกวิทยา (DHSVM; The Distributed Hydrology Soil Vegetation Model) ผลจากการศึกษาพบว่า ตัวอย่างแรกเป็นเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดจากฝนตกบนหิมะบริเวณแม่น้ำ Nort Fork Snoqualmie ช่วงเดือนพฤศจิกายน 1990 และธันวาคม 1989 จากการคาดคะเนแสดงให้เห็นว่า มีการเพิ่มขึ้น 31% ของปริมาณน้ำท่าสูงสุดจากเหตุการณ์ปี 1989 และเพิ่มขึ้น 10% สำหรับเหตุการณ์ปี 1990 เหตุผลหลักสำหรับความแตกต่างสามารถเชื่อมโยงไปยังเหตุการณ์ก่อนหน้านี้ที่มีระดับต่ำลงจากเดิมในช่วงปี 1990 ตัวอย่างที่ 2 เป็นน้ำท่าจากแม่น้ำ Little Naches วอลชิงตัน เป็นการวิเคราะห์ในช่วงฤดูใบไม้ผลิ การวิเคราะห์การไหลของน้ำท่าสูงสุด ในเดือนพฤษภาคม 1993 และเมษายน 1994 พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเพียง 3% ตัวอย่างที่ 3 บริเวณ Hard and Ware Creeks วอลชิงตัน แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของการไหลของน้ำท่าสูงสุดมี 5 เหตุการณ์ใหญ่ในปี 1992 และมีปริมาณเพิ่มขึ้น 17.4% สำหรับบริเวณ Hard Creek และ 16.2% สำหรับบริเวณ Ware Creek ส่วนในเหตุการณ์ที่ใหญ่ที่สุดเพิ่มขึ้นถึง 27% ใน Hard Creek

มาร์ทส์ และการเบรชท์ (Martz; & Garbrecht. 1999) ได้ศึกษาวิธีแสดงทิศทางการไหลของการระบายน้ำจากพื้นราบและพื้นที่ลุ่มต่ำ โดยใช้ข้อมูลราสเตอร์ แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model; DEM) โดยตั้งสมมติฐานหลัก คือ 1. ในพื้นที่ลุ่มต่ำและพื้นที่ราบเรียบนั้นมีคุณลักษณะจำลองที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนและมีข้อจำกัดของความละเอียดของ DEM 2. ทิศทางการไหลผ่านพื้นที่ราบเรียบจะถูกกำหนดขึ้นโดยเซลล์ที่อยู่ติดกันที่มีระดับต่ำกว่า 3. ที่

ลุ่มแบบปิดเป็นกรณีพิเศษโดยการประมาณค่าต่ำกว่าค่าความสูงของ DEM ผลจากการศึกษาพบว่า คุณภาพโดยทั่วไปของ DEM สามารถใช้ประโยชน์ได้จริงสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยา

คาลิจูรี และคนอื่นๆ (Calijuri; et al. 1999) ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ใน การศึกษาเพื่อการวางแผนและการจัดการทรัพยากรน้ำ บริเวณลุ่มน้ำแม่น้ำ Mucuri ประเทศบราซิล โดยใช้โปรแกรมทางด้านภูมิศาสตร์ ได้แก่ ArcINFO ArcView และ IDRIS และข้อมูลแบบจำลองความ สูงเชิงเลข (DEM) ผลจากการศึกษาพบว่า การจัดการทรัพยากรทางธรรมชาติโดยเฉพาะทรัพยากรน้ำ นั้นพบว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยดูแลบำรุงการใช้ทรัพยากร น้ำ และสามารถพัฒนาแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยาในพื้นที่ที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนได้ดี

4.2 การวิเคราะห์น้ำท่าและวิธีการคำนวณแบบ Rational Method

วิวัฒน์ เนินงาม (2527) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเพื่อทำนายโอกาสการ เกิดน้ำท่วมในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ระดับน้ำสูงสุดรายปี และระดับน้ำสูงสุดรายเดือน จากสถานีตรวจวัด 14 สถานี ทั้งของกรมชลประทานและการท่าเรือ ผล การศึกษาพบว่า โอกาสที่จะเกิดอุทกภัยขนาดใหญ่ในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง หลังจากมี เชื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ จะมีโอกาสเกิดในรอบ 9 ถึง 10 ปี ขึ้นไป โอกาสที่จะเกิดอุทกภัยขนาดใหญ่ จากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาลงมาถึงกรุงเทพมหานครมีโอกาสเกิดในรอบ 8 ปีขึ้นไป ส่วนโอกาสที่จะ เกิดน้ำท่วมใหญ่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร จะมีโอกาสเกิดในรอบ 9 ถึง 10 ปีขึ้นไป

แก้วใจ สุวรรณเวช (2546) ศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและ ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำยมตอนบนและตอนล่าง โดยใช้ข้อมูลทางสถิติของปริมาณน้ำฝนรายวันจาก กรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันและระดับน้ำรายวันจากกรมชลประทาน ในช่วงปี พ.ศ. 2515-2542 ทั้งหมดจำนวน 6 สถานี ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีและสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่ารายปีในลุ่มน้ำยมตอนบนมีค่าน้อยกว่าลุ่มน้ำยม ตอนล่าง ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่ารายปี ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนปริมาณน้ำฝนรายปี ค่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนปริมาณน้ำท่ารายปี ในลุ่มน้ำยมตอนบนมีค่าน้อยกว่าลุ่มน้ำยมตอนล่าง และ สุดท้ายค่าระดับน้ำท่ารายวันที่เกิดน้ำล้นตลิ่งในลุ่มน้ำยมตอนบนมีจำนวนวันเฉลี่ยต่อปีน้อยกว่าลุ่มน้ำ ยมตอนล่าง ส่วนความน่าจะเป็นของการเกิดน้ำท่วมรายปีนั้น ในลุ่มน้ำยมตอนบนมีโอกาสเกิดได้น้อย กว่าลุ่มน้ำยมตอนล่าง

ทวีศักดิ์ ตั้งวรภัทร์ (2546) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการออกแบบปริมาณ น้ำท่วมและท่อดูดถนน เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการเลือกขนาดและปริมาณของวัสดุท่อ เพื่อให้ สะดวกต่อการนำไปใช้ โดยทำการวิจัยด้านกระบวนการ ขั้นตอนในการออกแบบท่อดูดถนน แล้ว

นำมาพัฒนาออกแบบระบบฐานข้อมูลแล้วสร้างแบบจำลอง ซึ่งใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1. ด้านอุทกวิทยา 2. ด้านชลศาสตร์ 3. ด้านโครงสร้าง 4. ด้านการประเมินราคาและเทคนิคการพัฒนาแบบจำลองด้วย Microsoft Visual Basic 6.0 บริเวณพื้นที่ห้วยอิโม และห้วยอิ้ม จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลจากการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ได้ผลสอดคล้องกับการออกแบบมือ ได้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วกว่า และมีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่นภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด พร้อมนำเสนอได้เข้าใจง่ายและสะดวก

สถาพร โภคา และคนอื่นๆ (2551) ได้ทำการรวบรวมข้อเสนอแนะข้อพิจารณาเพื่อการปฏิบัติที่ดีในการวางแผนและออกแบบถนนและอาคารระบายน้ำในบริเวณพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมหลากขนาดใหญ่ โดยทำการศึกษาริเวณพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเกิดน้ำท่วมอย่างต่อเนื่องจากอดีตถึงปัจจุบัน เนื่องมาจากสภาพภูมิประเทศและการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยทำการสำรวจและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัยในภาพรวมของกลุ่มน้ำมูล ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำที่บรรจบกับแม่น้ำโขง ใช้โปรแกรมด้านสามมิติ ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ผลจากการศึกษาพบว่า การวางแผนการออกแบบหรือการทำงานด้านสะพานหรืออาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำหลากทั่วถึง จำเป็นต้องมีการบูรณาการร่วมกับงานด้านอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางแผนป้องกันบรรเทาอุทกภัย ด้านภูมิประเทศ ด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน และต้องอาศัยเทคโนโลยีด้านการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการจำลองพื้นที่เพื่อการศึกษา

ประกอบ วิโรจน์บุญ และชูชัย สิ้นไชย (2539) ได้ทำการศึกษหาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจากลักษณะเครือข่ายลำน้ำของกลุ่มน้ำ ที่เกิดจากกระบวนการอุทกวิทยาจากกระบวนการไหลของน้ำบนผิวดินที่มีมาตั้งแต่โบราณ โดยทำการศึกษาลักษณะเครือข่ายของลำน้ำ ได้แก่ ความยาวของลำน้ำหลัก ความยาวรวมของลำน้ำ พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำหลัก ความหนาแน่นของลำน้ำ และขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีจากลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์ที่ดีกับขนาดพื้นที่รับน้ำ (A) ความยาวของลำน้ำหลัก (Lm) และพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ (C) และผลสมการที่ได้จากความสัมพันธ์มีดังนี้ 1. $Q = 0.022A^{0.91}$ 2. $Q = 0.024Lm^{1.40}$ 3. $Q = 0.013C^{1.35}$ เมื่อ Q คือ อัตราการไหลเฉลี่ยรายปีมีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (CMS)

กิตติยา เกียรติดิรากร (2551) ได้ทำการศึกษาการประเมินน้ำท่า ของลุ่มน้ำสาขาที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยใช้แบบจำลอง HEC-HMS เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และลักษณะเฉพาะทางกายภาพ ได้แก่ 1. ขนาดพื้นที่รับน้ำ 2. ความยาวตามลำน้ำสายหลัก 3. ความยาวตามลำน้ำสายหลักจากจุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำจนถึงจุดออกของลุ่มน้ำ 4. ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำสายหลัก 5. การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากการศึกษาพบว่า เมื่อนำผลการประเมินพารามิเตอร์ โดยใช้ความสัมพันธ์แบบลุ่มน้ำรวมไปประยุกต์ใช้ในสถานีวัดน้ำท่าที่ทำการศึกษ

พบว่าให้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าที่มีความถูกต้องและเป็นที่ยอมรับแล้วจึงนำสมการความสัมพันธ์ไปประยุกต์ใช้ในการประเมินหาค่าปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำสาขาที่ไม่มีสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำปึงตอนบน

เอนก สงสระบุญ (2552) ได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ C, I และ A เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำหลากสูงสุดเพื่อสนับสนุนการออกแบบอาคารระบายน้ำของทางหลวง ในพื้นที่โครงการทางหลวงหมายเลข 4006 สายระนอง-หลังสวน โดยทำการคำนวณพื้นที่รับน้ำ (A) ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (C) และความชื้นฝน (I) ใช้สำหรับสูตร Rational Method และ Specific Yields of Flood จากการศึกษาพบว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ช่วยสนับสนุนการกำหนดพื้นที่รับน้ำ ตลอดโครงการมีพื้นที่รับน้ำ (A) ไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร จำนวน 30 แห่ง และมากกว่า 25 ตารางกิโลเมตร 2 แห่ง ความชื้นฝน (I) มีค่าต่ำสุด 65 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มากที่สุด 158 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (C) มีค่าต่ำสุด 0.457 มากสุด 0.788 และปริมาณน้ำสูงสุด 277.63 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่คลองปุดและปริมาณต่ำสุด 8.51 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่ทางน้ำธรรมชาติ

นิโคลสัน และคลาร์ก (Nicholson; & Clark. 2004) ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าในบริเวณพื้นที่โครงการ Winchelsea – Inverleigh ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 5,590 เฮกตาร์ การประเมินปริมาณน้ำท่าประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลและเตรียมข้อมูล การสร้างแผนที่รับน้ำย่อยและหาทิศทางการไหลของน้ำ คำนวณอัตราการระบายน้ำ และแบ่งการระบายน้ำของแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีการใช้วิธีคำนวณแบบ Rational Method ในการหาปริมาณการระบายน้ำสูงสุด และใช้ GIS ในการหาพื้นที่รับน้ำย่อย (Sub-Catchments) โดยประเมินการระบายสูงสุด (Peak Discharge. m^3/s) ในคาบการเกิดซ้ำในรอบ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี ผลการศึกษาพบว่า ในการเกิดซ้ำในรอบ 100 ปี มีการระบายน้ำสูงสุด 12.52 m^3/s , 17.85 m^3/s , 21.76 m^3/s , 15.44 m^3/s , 6.95 m^3/s , 7.25 m^3/s , 5.55 m^3/s , 10.68 m^3/s , 14.32 m^3/s และ 19.65 m^3/s ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีปริมาณการระบายน้ำสูงสุดในรอบ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 20 ปี และ 50 ปี ซึ่งมีค่าน้อยลงจาก 100 ปี ตามลำดับ (Dahlhaus Environmental Geology Pty Ltd. (2004).

ดี รู (De Roo, A. P. J. 1999) ได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการศึกษาแบบจำลองน้ำท่าและการชะล้างในบริเวณพื้นที่รับน้ำที่มีศักยภาพที่สำคัญ บริเวณลุ่มน้ำ Cat Sop South Limburg ประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยทำการศึกษแบบจำลอง USLE แบบจำลอง ANSWERS และ แบบจำลอง LISEM จากการศึกษาพบว่า ข้อมูลภูมิประเทศและข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถใช้จำลองในรายละเอียดได้ดี และการจัดการข้อมูล การนำเสนอเป็นเรื่องง่ายสำหรับกรณีไม่ได้นำ GIS เข้ามาใช้ แต่ถ้าเป็นการใช้ GIS มีหลายวิธีการที่มีประสิทธิภาพและนำมาใช้

เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์จากข้อมูล DEM เช่น การหาความชัน การหาทิศทางการไหลของน้ำ ขนาดของพื้นที่รับน้ำ และความยาวลาดเอียงของลำน้ำ จากปัจจัยพื้นฐานเหล่านี้สามารถนำมาประมาณการการกัดเซาะ นอกจากนั้นยังสามารถนำมาใช้กับพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพที่มีความซับซ้อน โดยเชื่อมโยงหรือบูรณาการร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

คาลิทซ์ (Calitz. 2011) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการประเมินความน่าเชื่อถือของวิธี Rational Method เพื่อการออกแบบปริมาณน้ำท่วมหลากในแอฟริกาใต้ โดยได้กล่าวถึงการประเมินการออกแบบน้ำท่วมหลากว่ามีอยู่หลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูลที่มีอยู่ของผู้ออกแบบ การศึกษาได้รวบรวมและทบทวนวิธีที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาของรายละเอียดวิธีการประเมินการออกแบบน้ำท่วมหลาก (Design Flood Estimation: DEF) สำหรับแอฟริกาใต้ จากการศึกษาพบว่า วิธี Rational Method เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดและเป็นวิธีที่ถูกระบุแนะนำ

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ สรุปได้ว่า การประมาณค่าหรือหาค่าปริมาณน้ำท่ามีความสำคัญอย่างมากและมีวิธีการศึกษาที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและเครื่องมือของนักวิจัย โดยเฉพาะเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ หรือระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) นับเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาเชิงพื้นที่ และช่วยในการคำนวณปริมาณน้ำแบบ Rational Method ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงได้เสนอแนวทางการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณน้ำท่าสูงสุด โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเข้ามาช่วยในการศึกษาเพื่อนำไปสู่การคำนวณแบบ Rational Method โดยผลที่ได้จากการศึกษาจะนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่เกิดขึ้นจริงเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่นๆ ทั้งในด้านกระบวนการวิเคราะห์และขั้นตอนที่เน้นความถูกต้องแม่นยำ สะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการนำไปใช้ เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. การรวบรวมข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ดังนี้

1.1 แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ลำดับชุด L7018 จากกรมแผนที่ทหาร ทั้งหมดจำนวน 5 ระวัง (ดังแสดงในตาราง 7) พร้อมรายละเอียดดังนี้

ตาราง 7 แสดงรายละเอียดแผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการศึกษา

พื้นที่ศึกษา	ระวัง	ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ	จังหวัด
A1	4926 II	อำเภอท่าศาลา	Amphoe Tha Sala	นครศรีธรรมราช
	4926 III	กิ่งอำเภอพิปูน	King Amphoe Phipun	นครศรีธรรมราช
A2	4728 I	กิ่งอำเภอพะโต๊ะ	King Amphoe Phato	ระนอง
A3	4624 I	จังหวัดภูเก็ต	Changwat Phuket	ภูเก็ต
	4625 II	อำเภอถลาง	Amphoe Thalang	ภูเก็ต

ที่มา: ประยุกต์จาก กรมแผนที่ทหาร.

1.2 ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model; DEM) จากกรมแผนที่ทหาร ทั้งหมดจำนวน 5 ระวัง ตำแหน่งระวังชุดเดียวกับระวังแผนที่ภูมิประเทศ

1.3 ข้อมูลแผนที่และตำแหน่งสถานีสำรวจจุดทุกวิทยาทั่วประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537 จากกรมชลประทาน

1.4 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันประจำสถานีสำรวจอุทกวิทยา จากทั้งหมด 3 สถานี โดยมีรายละเอียด (ดังแสดงในตาราง 8) ดังนี้

ตาราง 8 ตำแหน่งที่ตั้งและพื้นที่ลุ่มน้ำที่ทำการศึกษาแต่ละพื้นที่

พื้นที่	รหัสสถานี	ลำน้ำสาขา	ที่ตั้งสถานี			พิกัดที่ตั้ง		พื้นที่ (ตร.กม.)
			ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	N	E	
A1	X.165	คลองอ้ายเขียว	ทอนหงส์	พรหมคีรี	นครศรีธรรมราช	946641	589841	25
A2	X.204	คลองหาดส้มแป้น	หาดส้มแป้น	เมือง	ระนอง	1099807	466690	23
A3	X.193	คลองท่ายาง	เทพกระษัตรี	กลาง	ภูเก็ต	885648	425983	15

ที่มา: ประยุกต์จาก จากกรมชลประทาน. (2546).

1.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2533 ถึง ปี พ.ศ. 2551 จากกรมอุตุนิยมวิทยา

1.6 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2543 และ ปี พ.ศ. 2550 จากกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลในช่วงปีเดียวกันหรือใกล้เคียงกับข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำท่าสูงสุดที่มีการบันทึกไว้

1.7 ข้อมูลกลุ่มชุดดินพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2550 จากกรมพัฒนาที่ดิน

1.8 ข้อมูลเส้นทางคมนาคมทั่วประเทศไทย ปี พ.ศ. 2549 จากกระทรวงคมนาคม

1.9 ข้อมูลเส้นทางน้ำทั่วประเทศไทย ปี พ.ศ. 2549 จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1.10 ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ปี พ.ศ. 2549 จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1.11 ข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำสูงสุด ปี พ.ศ. 2555 จากกรมทางหลวง

1.12 ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (Runoff Coefficient, C) ที่ประยุกต์จาก Erie and Niagara Counties Region Planning Board ปี ค.ศ. 1981 (ที่มา: Ward; & Elliot. 1995).

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือต่างๆ ดังนี้

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

- 2.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer)
- 2.1.2 เครื่องพิมพ์ (Printer)
- 2.1.3 เครื่องกวาดภาพ (Scanner)
- 2.1.4 เครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS)
- 2.1.5 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Digital Camera)

2.2 โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา

- 2.2.1 โปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชัน 9.3
- 2.2.2 Arctools extension

3. การรวบรวมข้อมูลและการจัดทำข้อมูล

3.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

3.1.1 ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ มีดังต่อไปนี้

- ขนาดของพื้นที่รับน้ำหาได้จากข้อมูลเส้นชั้นความสูง และข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และข้อมูลเส้นทางน้ำ
 - ปัจจัยด้านความชันของพื้นที่หาได้จากข้อมูลเส้นชั้นความสูง และข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM)
 - ปัจจัยด้านชนิดดินหาได้จากข้อมูลขอบเขตพื้นที่กลุ่มดิน
 - ปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินหาได้จากข้อมูลขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน
 - ความเข้มปริมาณน้ำฝนมาจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนโดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลา ความถี่ฝน
 - ความยาวทางน้ำมาจากข้อมูลเส้นทางน้ำ
 - ความสูงระหว่างต้นน้ำและท้ายน้ำจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข
- #### 3.1.2 ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ
- ข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่ารายวัน จากสถานีสำรวจอุทกวิทยาในพื้นที่ศึกษา
- เลือกค่าปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จากข้อมูลที่มีเพื่อนำมาเปรียบเทียบ

3.2 การจัดกระทำข้อมูล

การจัดสร้างชั้นข้อมูลดิจิทัลบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษาในระบบพิกัด UTM_WGS 84 Zone 47N ประกอบด้วยชั้นข้อมูลดิจิทัลทั้งหมด 11 ชั้นข้อมูล (ดังแสดงในตาราง 9) พร้อมรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 9 แสดงรายการข้อมูล รูปแบบของข้อมูล ที่มาของข้อมูล

ลำดับ	ชั้นข้อมูล	ชื่อชั้นข้อมูล	รูปแบบข้อมูล	ที่มาของข้อมูล
1.	ขอบเขตการปกครอง	Province	Polygon	กรมส่งเสริม คุณภาพสิ่งแวดล้อม
2.	ขอบเขตพื้นที่รับน้ำ	Watershed	Polygon	กรมส่งเสริมคุณภาพ สิ่งแวดล้อม
3.	ขอบเขตพื้นที่รับน้ำย่อย	Subwatershed	Polygon	กรมส่งเสริมคุณภาพ สิ่งแวดล้อม
4.	ขอบเขตชุดกลุ่มดิน	Soil_Group	Polygon	กรมพัฒนาที่ดิน
5.	ขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน	Land_Use	Polygon	กรมพัฒนาที่ดิน
6.	เส้นชั้นความสูง	Contour	Line	กรมแผนที่ทหาร
7.	แบบจำลองความสูงเชิงเลข	Raster_DEM	Raster	กรมแผนที่ทหาร
8.	เส้นทางคมนาคม	Trans	Line	กระทรวงคมนาคม
9.	เส้นทางน้ำ	Stream	Line	กรมส่งเสริมคุณภาพ สิ่งแวดล้อม
10.	ตำแหน่งสำรวจวัดน้ำท่า	Hydro_Sta.	Point	กรมชลประทาน
11.	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน	Rain_Sta.	Point	กรมอุตุนิยมวิทยา

ในการจัดกระทำข้อมูลต่างๆ เพิ่มเติมมีขั้นตอนดังนี้

การจัดกระทำข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณแบบวิธี Rational Method

1. ทำการเลือกพื้นที่รับน้ำที่มีขนาดไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร จากกรมชลประทาน ใช้พิกัดตำแหน่งของสถานีสำรวจอุทกวิทยาที่มีในพื้นที่นั้นๆ ประกอบในการกำหนดพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปสู่การเตรียมข้อมูลของแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และเส้นทางน้ำ ของพื้นที่

2. ทำการสร้างขอบเขตและขนาดของพื้นที่รับน้ำทั้งหมดในแต่ละพื้นที่ จากสถานีสำรวจอุทกวิทยา ทั้ง 3 ที่มีหน้าที่รับผิดชอบทำการตรวจวัด โดยการใช้โปรแกรมด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

3. ศึกษาปัจจัยต่างๆ ในแต่ละพื้นที่รับน้ำเพื่อนำไปสู่การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) และค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำสูงสุด ตามสมการ (2) (ดังแสดงในตาราง 10)

4. ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) หาได้จากการนำลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดดิน และความชัน ไปเปรียบเทียบในตาราง 5

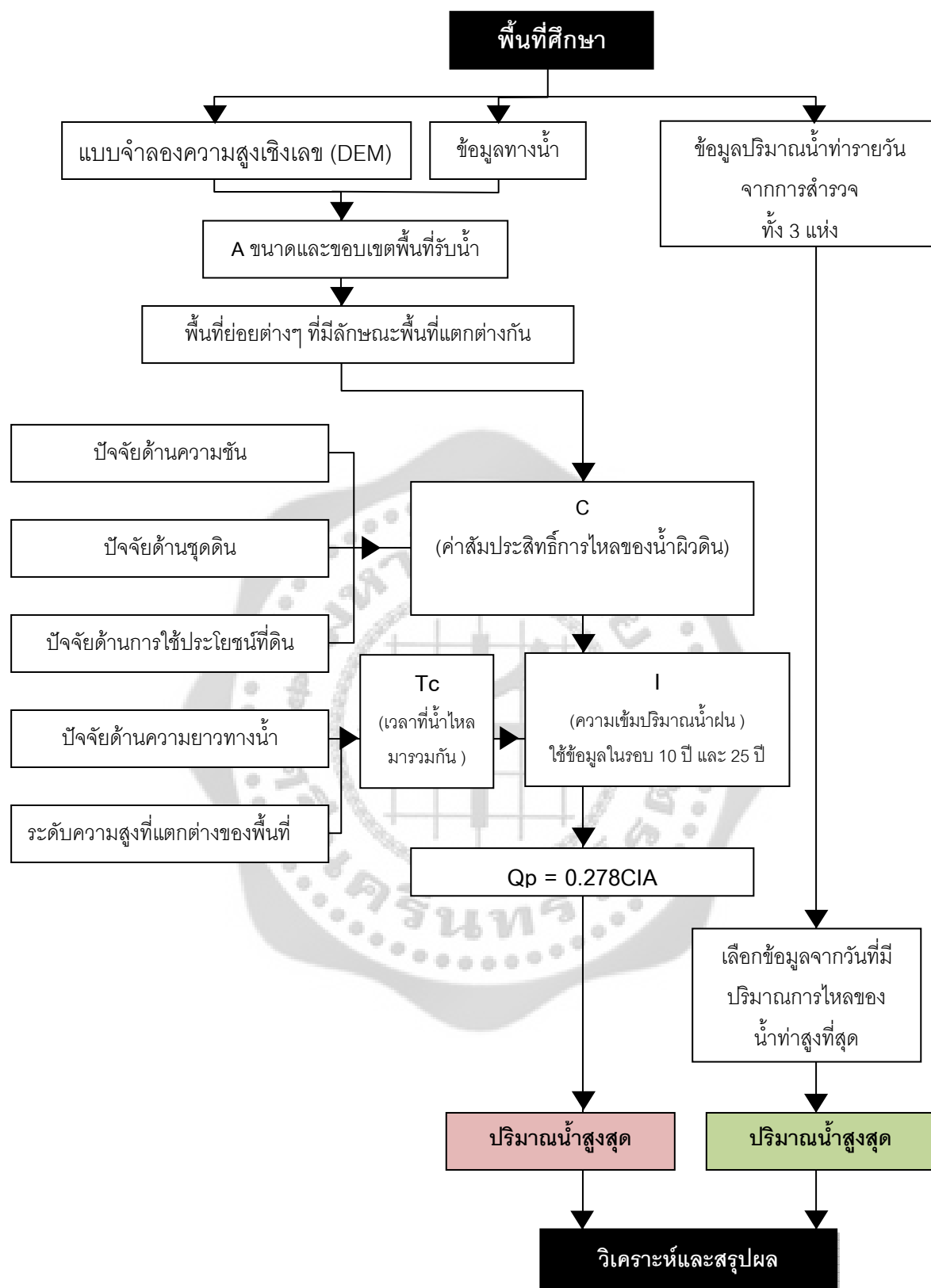
5. ค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/ชั่วโมง โดยการนำค่าความยาวทางน้ำและระดับสูงต่างของพื้นที่นั้นๆ ไปคำนวณหาค่า Time of Concentration (T_c) หรือค่าเวลาที่น้ำไหลมารวมกัน (มีหน่วยเป็นชั่วโมง) ตามสมการ (3) แล้วนำไปหาค่าความเข้มปริมาณน้ำฝนจากกราฟ Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves ที่สร้างจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่บันทึกโดยกรมอุตุนิยมวิทยา

6. นำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากแต่ละพื้นที่รับน้ำไปคำนวณหาค่าปริมาณน้ำสูงสุดตามสมการ (2) ในพื้นที่รับน้ำนั้นๆ

ตาราง 10 แสดงปัจจัยที่นำไปกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

พารามิเตอร์	ปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์	ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
C ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำ ผิวดิน (Runoff Coefficient)	ความชันของพื้นที่	0 – 2 %
		2 – 6 %
		มากกว่า 6 %
	ชนิดดิน	กลุ่มดิน เอ (ระบายน้ำดี)
		กลุ่มดิน บี (ระบายน้ำเกือบดีถึงดี)
		กลุ่มดิน ซี (ระบายน้ำช้า)
		กลุ่มดิน ดี (ระบายน้ำช้ามาก)
	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่อุตสาหกรรม
		ย่านการค้า
		ที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก
		ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง
		ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย
		พื้นที่เกษตรกรรม
		พื้นที่เปิด (หญ้า/ป่าไม้)
		ทางหลวงพิเศษและทางด่วน
I ความเข้มปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)	เส้นทางน้ำ	ความยาวของทางน้ำ (L)
	เส้นชั้นความสูง	ระดับความสูงที่แตกต่างของพื้นที่ (H)
A พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	เส้นชั้นความสูง	แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM)
	รูปแบบทางน้ำ	เส้นทางน้ำ

ที่มา: ประยุกต์จาก Ward & Elliot. (1995: 151).

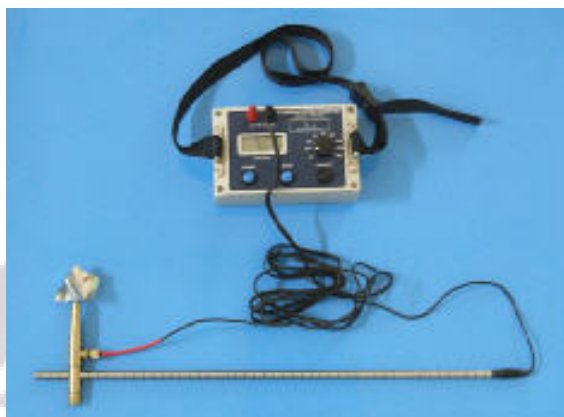


ภาพประกอบ 13 แสดงขั้นตอนในการศึกษา

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำโดยใช้ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลที่ได้จากกรมชลประทาน คือ ข้อมูลปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำท่าประจำสถานีสำรวจอุทกวิทยา ที่ทำการสำรวจโดยใช้เครื่อง Current Meter (ดังภาพประกอบ 14) และเครื่องวัดกระแสน้ำอัตโนมัติ



ภาพประกอบ 14 แสดงเครื่อง Current Meter ที่ใช้ในการหาปริมาณการไหลของน้ำ

ที่มา: Kromchol. rid. go. th (Online: 11/11/2555).

โดยข้อมูลที่สำรวจและมีการบันทึกจากทั้ง 3 พื้นที่ มีปริมาณการไหลของน้ำท่าสูงสุด ช่วงการบันทึกข้อมูล (ดังแสดงในตาราง 11) ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในศึกษานั้นเป็นข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดของแต่ละสถานีจากพื้นที่ศึกษา ที่มีการบันทึกโดยกรมชลประทาน

2. ข้อมูลปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ได้จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาการคำนวณแบบ Rational method กับพื้นที่ศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบความถูกต้องใกล้เคียงนั้น กระทำโดยนำค่าที่ได้จากกระบวนการและวิธีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่สำรวจจริง และสรุปผล

ตาราง 11 ข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แห่ง

พื้นที่	ปริมาณการไหล น้ำท่าสูงสุด (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	วันที่	เดือน	ปี พ.ศ.	ช่วงการเก็บข้อมูล
A1	103.52	9	ธันวาคม	2539	2532-2553 (22 ปี)
A2	63.20	22	สิงหาคม	2547	2546-2553 (8 ปี)
A3	95.75	10	ตุลาคม	2547	2541-2548 (8 ปี)

ที่มา: กรมชลประทาน. (2555).

จากอดีตถึงปัจจุบันกรมทางหลวงใช้วิธีคำนวณหาปริมาณน้ำสูงสุดในพื้นที่รับน้ำที่ไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร ด้วยวิธี Rational Method เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตามแนวทางหลวง ซึ่งสมัยก่อนในการหาพื้นที่จะใช้วิธีลากมือตามเส้นสันปันน้ำลงในแผนที่กระดาษบริเวณแนวทางหลวงที่ลำน้ำไหลผ่าน จากนั้นใช้วิธีการคำนวณพื้นที่โดยการนับจำนวนช่องตารางของแผนที่ประกอบกับใช้เครื่องวัดแผนที่ จนถึงปัจจุบันนี้ได้มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่รับน้ำและกำหนดขอบเขตพื้นที่รับน้ำโดยการสร้างเส้นสันปันน้ำจากเส้นชั้นความสูงจากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000 แต่เป็นการลากเส้นผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผู้เชี่ยวชาญทางภูมิประเทศที่ยังมีข้อจำกัดในบางกรณี เช่น ลักษณะของเส้นสันปันน้ำไม่ชัดเจนทำให้เกิดความไม่แน่ใจและตัดสินใจได้ยากขึ้น การวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการนำข้อมูล DEM เข้ามาช่วยกำหนดขอบเขตและขนาดโดยเฉพาะในพื้นที่ซับซ้อนยุ่งยาก ให้สามารถมองภาพรวมของพื้นที่ได้อย่างชัดเจน ช่วยให้ตัดสินใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ในอดีตมีการวิเคราะห์เฉพาะบางปัจจัย เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือสภาพความลาดชัน โดยส่วนมากที่พบไม่คำนึงถึงชนิดดินที่เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญ จนถึงปัจจุบันได้เริ่มมีการนำปัจจัยชนิดดินเข้ามาช่วยในการศึกษาแต่ยังมีการจำแนกที่ไม่ชัดเจนมากนัก ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้นำการจำแนกชนิดดินที่มีข้อมูลคุณสมบัติในการระบายน้ำของดินแต่ละชนิดเข้ามาเกี่ยวข้องในการศึกษาปัจจัยชนิดดินของพื้นที่ศึกษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

บทที่ 4

ผลการศึกษา

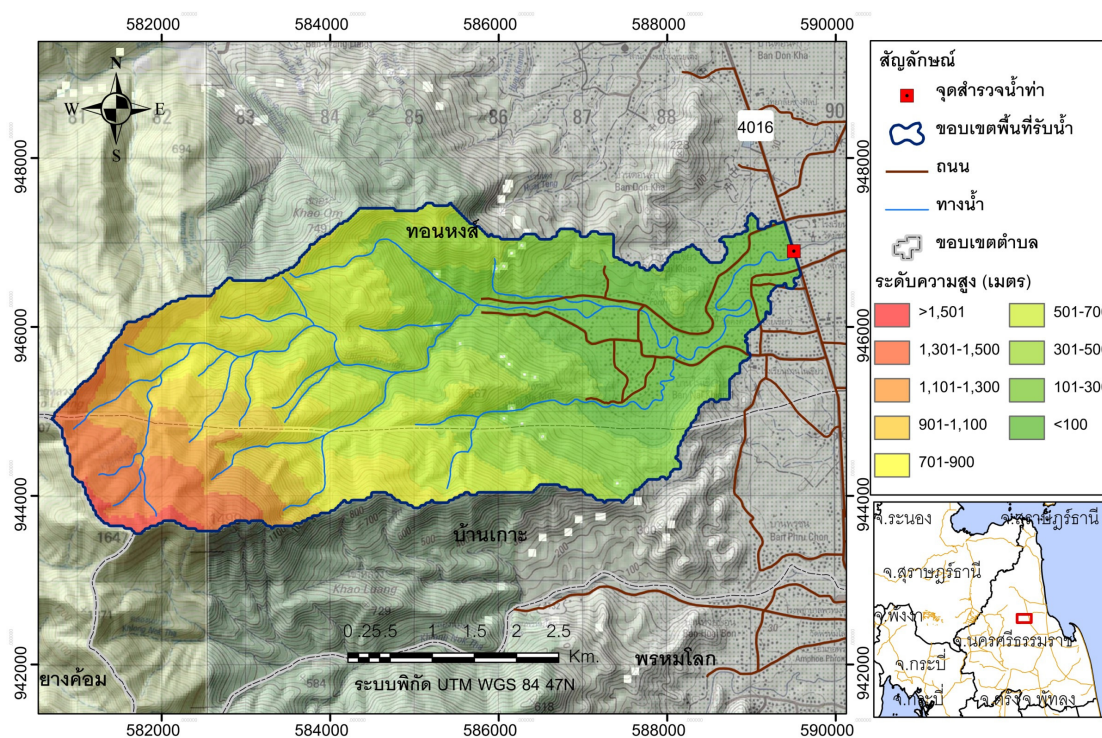
การศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาช่วยจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ และวิเคราะห์หาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่รับน้ำโดยอาศัยวิธี Rational Method ($Q_p = 0.278CIA$) เมื่อค่า C คือ สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินที่เกิดจากการนำปัจจัยทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ ชนิดดิน และเปอร์เซ็นต์ความชันของพื้นที่นั้นๆ มาจำแนก ส่วนค่า I คือ ความเข้มปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการนำเอาข้อมูลฝนราย 15 นาที จากสถานีอุตุนิยมวิทยาโดยรอบพื้นที่ศึกษามาเฉลี่ย และสร้างเป็นกราฟความเข้มปริมาณน้ำฝนสูงสุดขึ้นโดยผู้วิจัย และค่า A คือ ขนาดพื้นที่รับน้ำที่ได้จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) โดยพิจารณาร่วมกับแผนที่ภูมิประเทศ และข้อมูลเส้นทางน้ำ โดยใช้เส้นสันปันน้ำเป็นเกณฑ์

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์เพื่อช่วยหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดจากทั้งหมด 3 พื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการสำรวจและบันทึกปริมาณการไหลน้ำท่ารายวันจากกรมชลประทานเพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบนั้น ได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1) จังหวัดนครศรีธรรมราช พื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2) จังหวัดระนอง และพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3) จังหวัดภูเก็ต ในเบื้องต้นเป็นการนำข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 มาประมวลผลด้วยโปรแกรม ArcGIS ร่วมกับ Arc Hydro Tool และตรวจสอบกับแผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000 ผลที่ได้คือ ขอบเขตและขนาดพื้นที่ศึกษามีความถูกต้องมากขึ้น แล้วนำไปซ้อนทับกับชั้นข้อมูลอื่นๆ และประมวลผลในลำดับต่อไป โดยมีรายละเอียดในแต่ละพื้นที่ดังนี้

1. พื้นที่ศึกษาที่ 1 (A1)

1.1 ขนาดและขอบเขตพื้นที่ A1

จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ กับพื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว อำเภอรามศรี จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และข้อมูลทางน้ำ พบว่า ขนาดของพื้นที่รับน้ำทั้งหมดของลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว ตั้งแต่เส้นสันปันน้ำโดยรอบพื้นที่ไปจนถึงจุดที่มีการสำรวจวัดปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดของกรมชลประทาน ด้วยการประมวลผลจาก Arc Hydro Tool ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 23 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 15) ซึ่งมีขนาดน้อยกว่าขนาดพื้นที่จากกรมชลประทานประมาณ 2 ตารางกิโลเมตร ที่ทำการวัดด้วยมือด้วยการขีดเส้นตามเส้นสันปันน้ำในแผนที่ภูมิประเทศ ระดับสูงสุดของพื้นที่ ประมาณ 1,640 เมตร ระดับต่ำสุดของพื้นที่ ประมาณ 19 เมตร ค่าความสูงเฉลี่ย ประมาณ 548 เมตร



ภาพประกอบ 15 แผนที่แสดงขอบเขตและพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)

1.2 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พื้นที่ A1

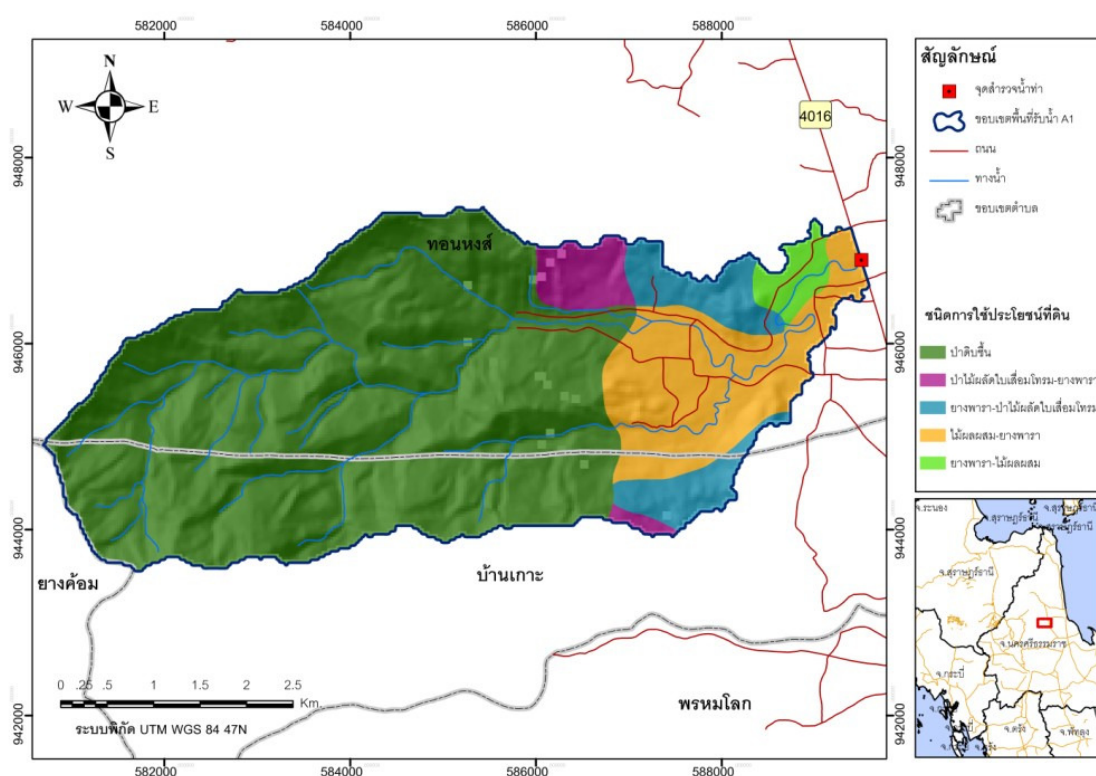
ในการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์จะต้องอาศัยปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการกำหนดค่าตามตาราง 6 ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มดินและความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการสำรวจและบันทึกใกล้เคียงกับช่วงเวลาในการเกิดการไหลน้ำท่าสูงสุดจากพื้นที่มากที่สุด และมีความถูกต้องของข้อมูลสูง เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินที่มีความถูกต้องจากสภาพของพื้นที่มากที่สุด โดยสรุปได้ตามปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ดังนี้

1.2.1 การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ A1

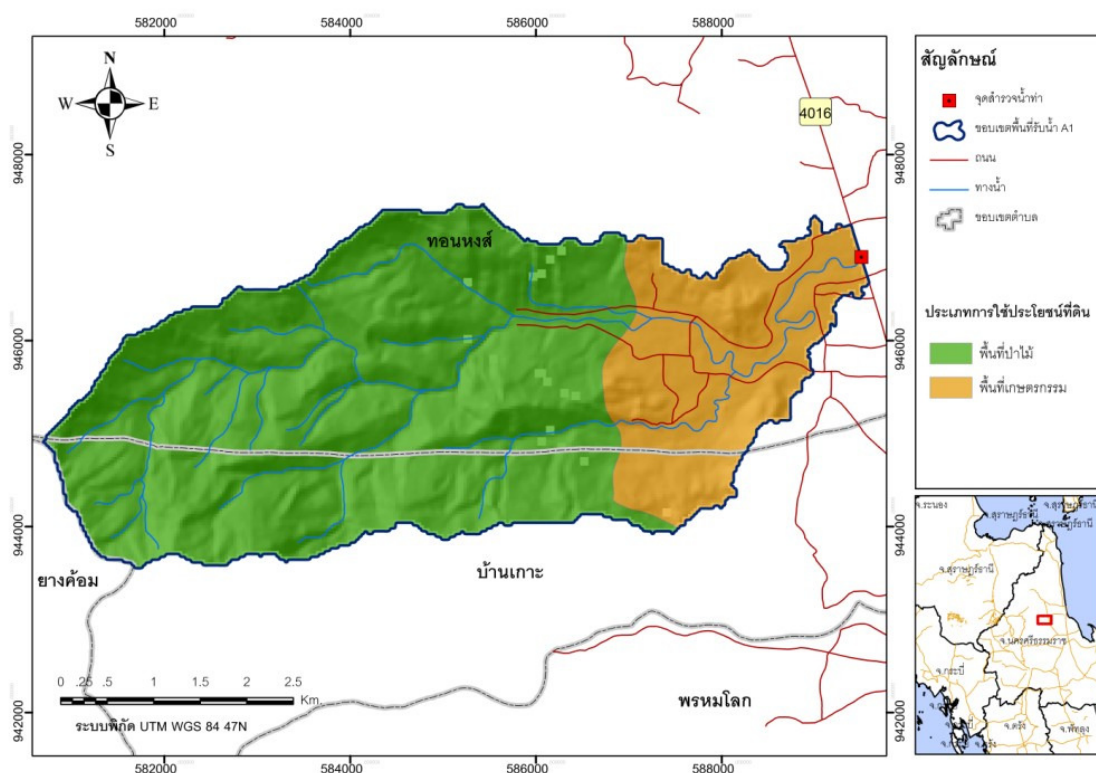
การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1) จากกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2543 ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีอยู่และใกล้เคียงกับช่วงการเกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุดจากการสำรวจไว้ได้ โดยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบชื้น และชนิดการใช้พื้นที่ทางการเกษตร ได้แก่ สวนยางพารา ไม้ผลผสม เป็นต้น (ภาพประกอบ 16) นอกจากนี้การใช้พื้นที่ยังมีประเภทที่อยู่อาศัยแต่เป็นลักษณะที่อยู่อาศัยแบบกระจายตัวอยู่ตามพื้นที่การเกษตรจึงจำแนกให้อยู่ในประเภทของเกษตรกรรม ผลสรุปการจำแนกชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่รับน้ำ A1 พบว่าจำแนกได้ 2 ประเภท ตามความเหมาะสมและการใช้ประโยชน์หลักของพื้นที่นั้นๆ (ภาพประกอบ 17) ดังสรุปได้ตามตาราง 12

ตาราง 12 สรุปประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่ป่าไม้	17.55	76
พื้นที่เกษตรกรรม	5.45	24
รวม	23	100



ภาพประกอบ 16 แผนที่ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)



ภาพประกอบ 17 แผนที่การจัดกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)

1.2.2 กลุ่มดินพื้นที่ A1

กลุ่มดินหน่วยต่างๆ จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าหน่วยกลุ่มดินในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1) ประกอบด้วย 11 หน่วยกลุ่มดิน (ภาพประกอบ 18) ตามการจำแนกโดยกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2550 โดยมีรายละเอียดเนื้อดินและลักษณะทางกายภาพ ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 หน่วยกลุ่มดินบริเวณพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)

ลำดับ	กลุ่มดิน	เนื้อดิน	การระบายน้ำ
1	32	ดินร่วนหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	ดี-ดีปานกลาง
2	32gm	ดินร่วนหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	ดีปานกลาง
3	34	ดินร่วนปนทราย	ดี-ดีปานกลาง
4	34B	ดินร่วนปนทราย	ดี
5	34B/50B	ดินร่วนปนทราย	ดี
6	34C	ดินร่วนปนทราย	ดี
7	50C	ดินร่วนปนเหนียวหรือดินร่วนปนทราย	ดี

ตาราง 13 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มดิน	เนื้อดิน	การระบายน้ำ
8	50E/51E	ดินร่วนปนเหนียวหรือดินร่วนปนทราย	ดี
9	62	ดินชั้นอยู่กับชนิดดินต้นกำเนิด	-
10	NP	พื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง	-
11	U	หมู่บ้าน	-

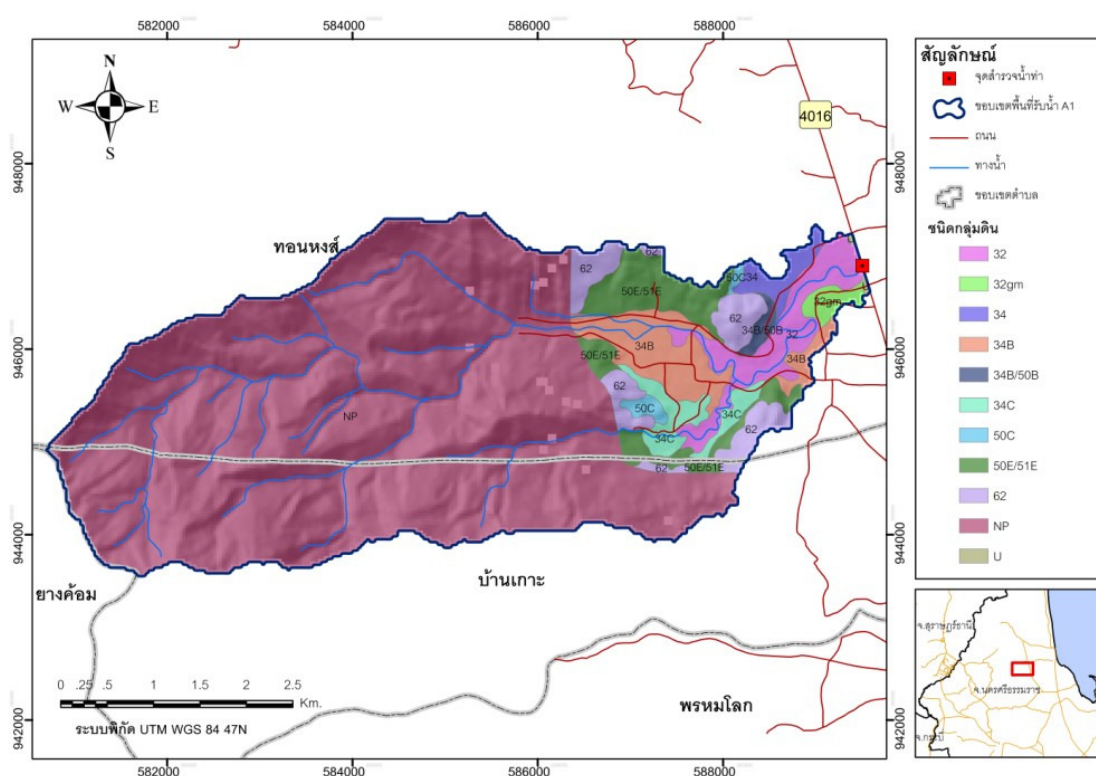
ที่มา: ประยุกต์จาก กรมพัฒนาที่ดิน. (2553: 10-24).

สำหรับกลุ่มดิน 62 และ NP มีลักษณะเป็นภูเขาที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ลักษณะเนื้อดินชั้นอยู่กับชนิดดินต้นกำเนิด (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553) จากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดนครศรีธรรมราช ปี 2519 กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี (ภาคผนวก ก) พบว่าพื้นที่ส่วนมากบริเวณกลุ่มดิน NP และ 62 บางส่วนที่อยู่ติดกับกลุ่มดิน NP ซึ่งเป็นพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงมีสภาพเป็นหินแกรนิต ส่วนกลุ่มดิน 62 ที่อยู่ฝั่งตะวันออกพบว่ามีสภาพเป็นหินทราย (แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2519) และจากข้อมูลกรมทรัพยากรธรณีระบุไว้ว่าหินแต่ละชนิดมีอัตราการผุพังไม่เท่ากัน เช่น หินแกรนิต จะมีอัตราการผุพังสูง แร่องค์ประกอบเมื่อผุพังแล้วจะให้ชั้นดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียว หินภูเขาไฟ มีอัตราการผุพังใกล้เคียงกับหินแกรนิต เมื่อผุพังให้ชั้นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียว หินดินดาน – หินโคลน เมื่อผุพังจะให้ชั้นดินเป็นดินเหนียวปนทราย (กรมทรัพยากรธรณี. 2556) ซึ่งในกรณีกลุ่มดิน 62 และ NP มีลักษณะที่คล้ายกันและเป็นกลุ่มดินที่ผุมาจากรหินแกรนิตและหินทราย ดังนั้น ลักษณะของดินที่เกิดจึงเป็นดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียว ที่มีการระบายน้ำและอากาศดีมาก (กรมพัฒนาที่ดิน. 2556) สำหรับกลุ่มดิน U มีขนาดพื้นที่เล็กมากอยู่ตามเส้นถนน และเป็นพื้นที่ที่อยู่ในกลุ่มดิน 32 และกลุ่มดิน 32gm จึงสรุปว่ากลุ่มดิน U มีลักษณะเดียวกับกลุ่มดิน 32

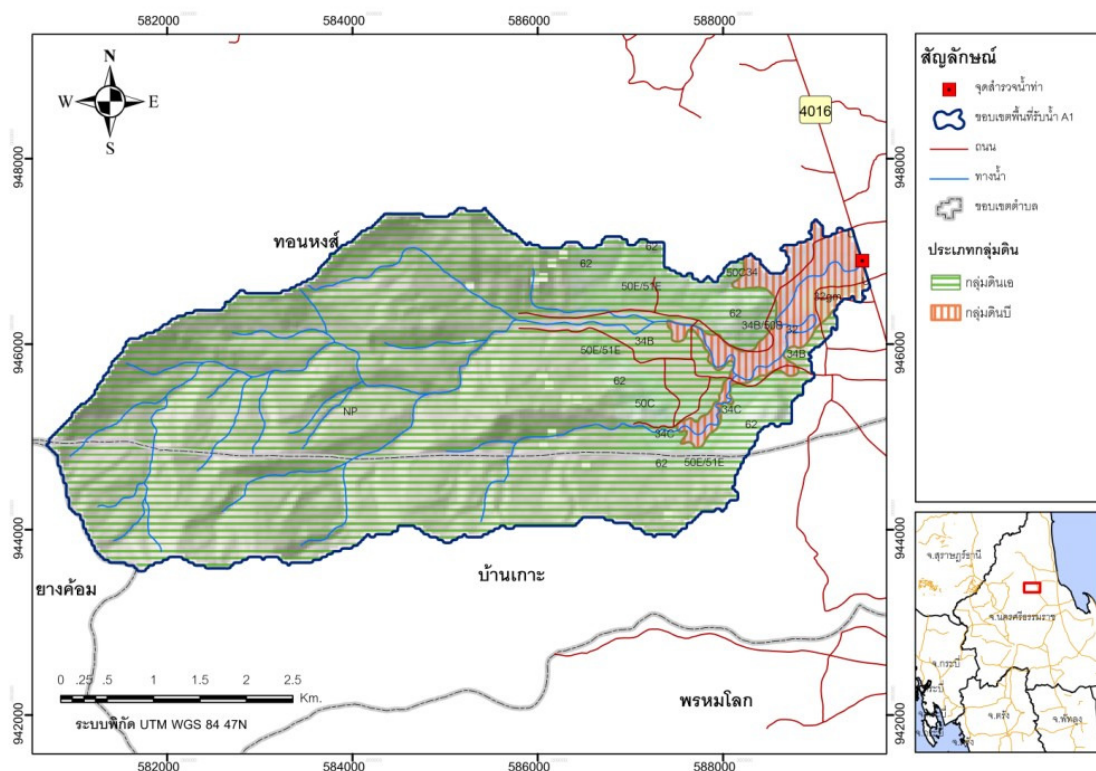
จากการจำแนกตามคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินชนิดต่างๆ สามารถจำแนกประเภทของกลุ่มดินเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ได้ 2 ประเภท ได้แก่ กลุ่มดินเอ และกลุ่มดินบี (ภาพประกอบ 19) โดยมีรายละเอียดที่มาของแต่ละประเภทกลุ่มดิน (ดังแสดงในตาราง 14) ดังนี้

ตาราง 14 ตารางการจำแนกประเภทกลุ่มดินสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ A1

ลำดับ	ประเภทกลุ่มดิน	หน่วยกลุ่มดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1	กลุ่มดินเอ	34B, 34B/50B, 34C, 50C, 50E/51E, 62, NP	21.52	94
2	กลุ่มดินบี	32, 32gm, 34, U	1.48	24
รวม			23	100



ภาพประกอบ 18 แผนที่หน่วยกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองอ้ายเจียว (A1)



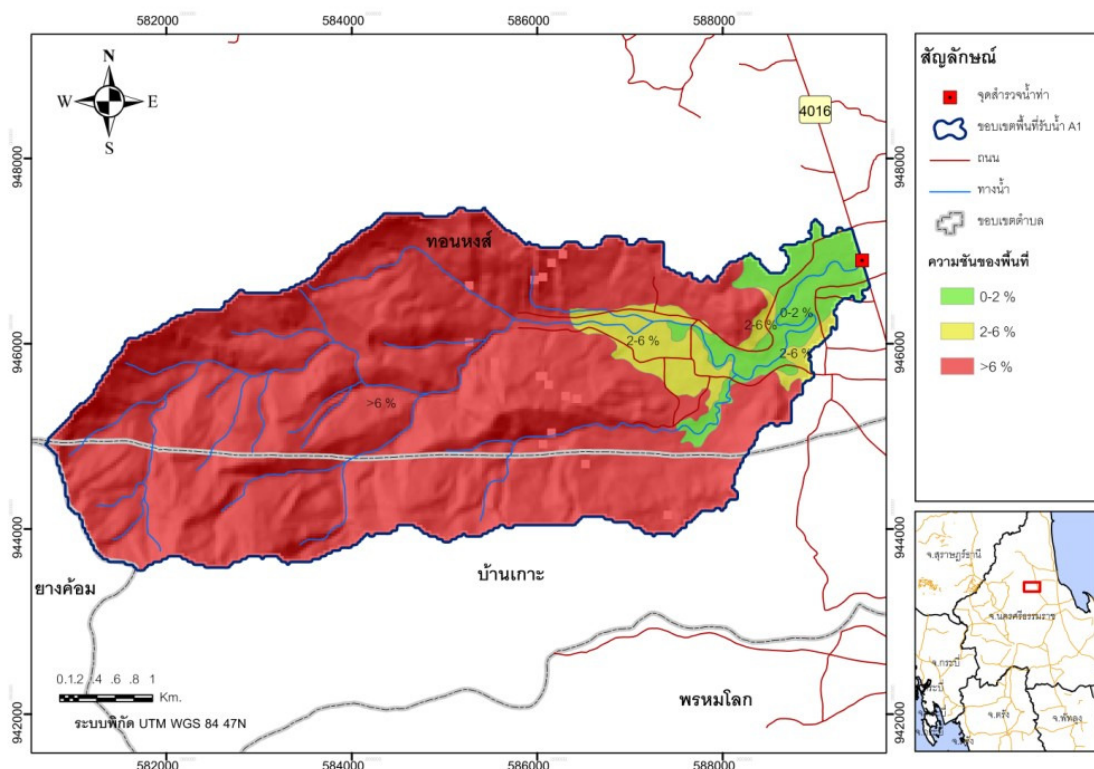
ภาพประกอบ 19 แผนที่การจัดประเภทกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)

1.2.3 ความชันพื้นที่ A1

จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และข้อมูลกลุ่มดินที่ระบุถึงความชันของพื้นที่ สามารถจำแนกระดับความชันตามเงื่อนไขสำหรับการวิเคราะห์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1. ความชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ 2. ความชัน 2-6 เปอร์เซ็นต์ 3. ความชันมากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพื้นที่ส่วนมากมีความชันมากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพประกอบ 20) โดยรายละเอียดของพื้นที่จากการจำแนกด้วยลักษณะของความชันสามารถสรุปได้ดังนี้ (ดังแสดงในตาราง 15)

ตาราง 15 แสดงค่าความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)

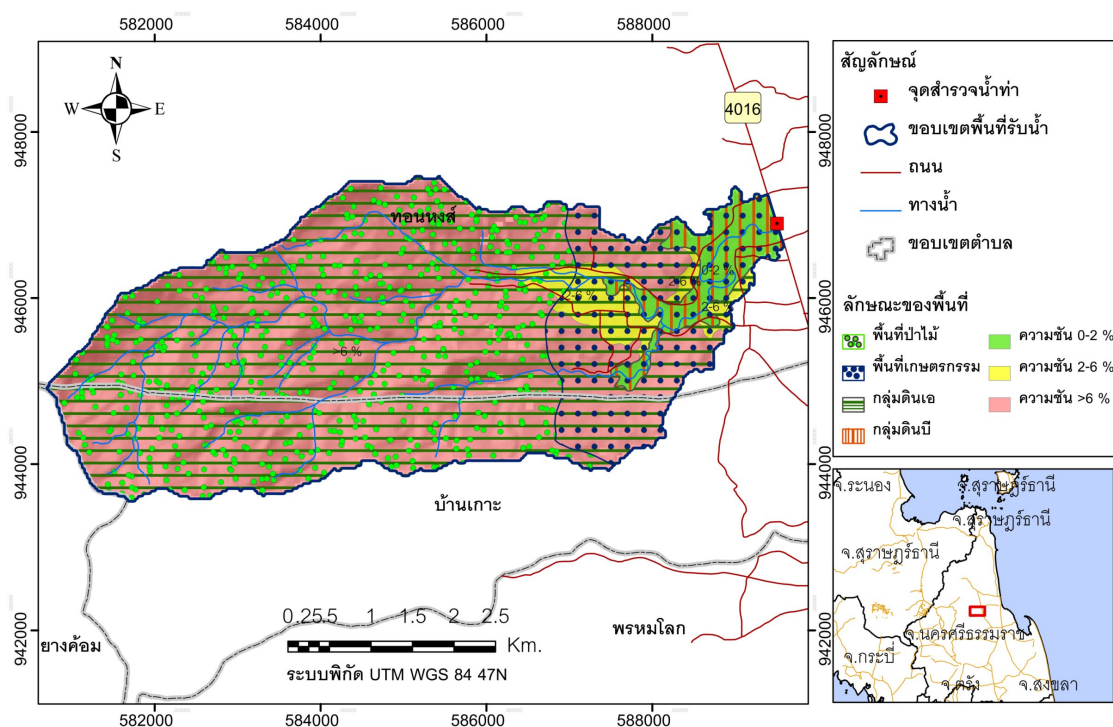
ค่าความชัน (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
0-2	1.48	6
2-6	1.19	5
มากกว่า 6	20.33	88
รวม	23	100



ภาพประกอบ 20 แผนที่ความลาดชันพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)

1.2.4 ผลการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พื้นที่ A1

จากข้อมูลปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ที่นำมาปรับให้สอดคล้องกับคุณสมบัติตามตาราง 6 เมื่อนำข้อมูลปัจจัยทั้ง 3 ชนิด มาซ้อนทับแล้วปรากฏว่าสามารถให้กลุ่มลักษณะข้อมูลที่สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ในพื้นที่ (ภาพประกอบ 21) และจากการวิเคราะห์สามารถนำไปกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี และ 25 ปี ได้ทั้งหมด 5 กลุ่ม (ดังแสดงในตาราง 16) ดังนี้



ภาพประกอบ 21 แผนที่จำแนกความแตกต่างตามปัจจัยทางภูมิศาสตร์ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1)

ตาราง 16 ผลการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์พื้นที่ A1

ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	กลุ่มดิน	ความชัน (%)	ขนาดพื้นที่ (A)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 10 ปี		สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 25 ปี	
						C_{10}	$C_{10} * A$	C_{25}	$C_{25} * A$
1	ป่าไม้	เอ	>6%	17.36	75.45	0.14	2.43	0.20	3.47
2	ป่าไม้	เอ	2-6%	0.20	0.87	0.10	0.02	0.16	0.03
3	เกษตรกรรม	เอ	>6%	2.97	12.91	0.16	0.48	0.22	0.65
4	เกษตรกรรม	บี	0-2%	1.48	6.43	0.11	0.16	0.16	0.24
5	เกษตรกรรม	เอ	2-6%	1.00	4.35	0.13	0.13	0.18	0.18
รวม				23	100	-	3.22	-	4.57
เฉลี่ย C ตามสมการ (4)							0.14		0.20

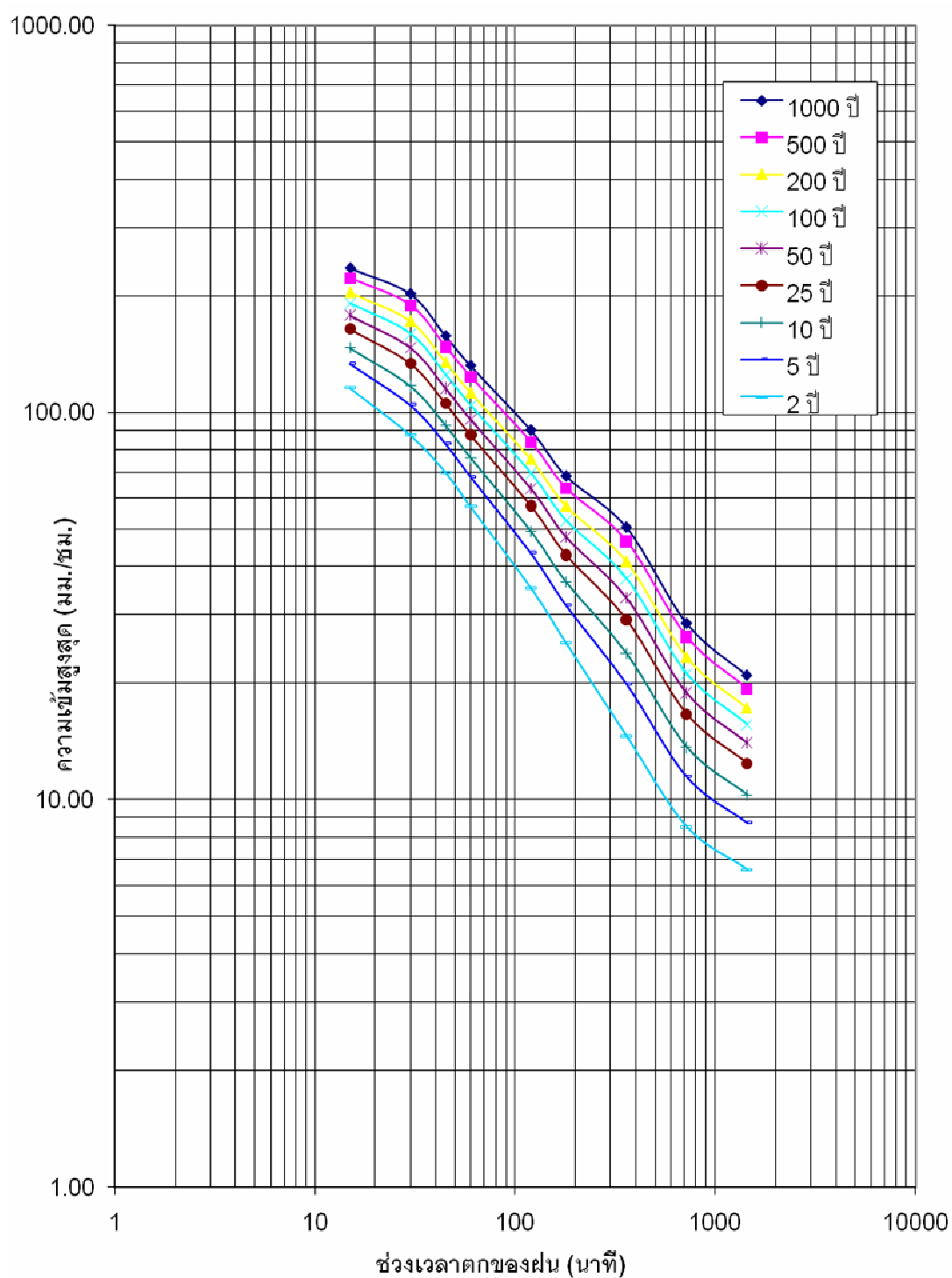
ผลจากการวิเคราะห์สามารถกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว ทั้งในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี และ 25 ปี เพื่อนำไปใช้คำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำท่า

สูงสุดของพื้นที่ ได้แก่ รอบการเกิดซ้ำ 10 ปี มีค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินเท่ากับ 0.14 และรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี มีค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินเท่ากับ 0.20

1.3 การกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) พื้นที่ A1

จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ข้อมูลภูมิประเทศ และข้อมูลเส้นทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว สามารถกำหนดค่าระดับความสูงที่แตกต่างกันระหว่างจุดที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดที่ศึกษาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดซึ่งเป็นจุดที่ต่ำสุดของพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลระดับสูงสุดของพื้นที่ ประมาณ 1,640 เมตร ระดับต่ำสุดของพื้นที่ ประมาณ 19 เมตร เพราะฉะนั้นค่าความสูงต่าง (H) คือ 1,621 เมตร และความยาวทางน้ำที่ใกล้ที่สุด คือ 12 กิโลเมตร และจากข้อมูลที่ได้นำไปแทนค่าตามสมการ (3) จะได้ค่าของช่วงเวลาทั้งหมดที่น้ำไหลมารวมกัน (T_c) คือ 0.97 ชั่วโมง หรือ 58.20 นาที

เมื่อได้ค่าเวลาทั้งหมดที่น้ำไหลมารวมกัน (T_c) จึงสามารถนำไปกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝนจากกราฟความเข้มปริมาณน้ำฝน (Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves) ของพื้นที่โดยการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดในช่วงเวลาต่างๆ ได้แก่ 15, 30, 45, 60 นาที และ 2, 3, 6, 12, 24 ชั่วโมง จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ ของสถานีอุตุนิยมวิทยาโดยรอบพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว ทั้งหมด 4 สถานี ได้แก่ สถานีนครศรีธรรมราช สถานีสุราษฎร์ธานี สถานีตรังและสถานีสงขลา (ภาคผนวก ก) ช่วงเวลาที่มีข้อมูลสามารถนำมาเฉลี่ยคือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 ถึงปี พ.ศ. 2549 แล้วสร้างเป็นกราฟความเข้มปริมาณน้ำฝน (Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves) (ภาพประกอบ 22) เพื่อใช้ในการกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด และจากค่าของช่วงเวลาทั้งหมดที่น้ำไหลมารวมกัน (T_c) คือ 0.97 ชั่วโมง หรือ 58.20 นาที สามารถกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) ในคาบการเกิดซ้ำรอบ 10 ปี เท่ากับ 78 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และในคาบการเกิดซ้ำรอบ 25 ปี เท่ากับ 88 มิลลิเมตร/ชั่วโมง



ภาพประกอบ 22 กราฟความเข้มน้ำจากสถานีนครศรีธรรมราช สถานีสุราษฎร์ธานี
สถานีตรัง และสถานีสงขลา ปี พ.ศ. 2533 ถึง ปี พ.ศ. 2549

1.4 ผลการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดพื้นที่ A1

จากข้อมูลทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์และรวบรวม จึงสามารถนำไปสู่การคำนวณตามสมการ (2) เพื่อหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Q_p) ที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากพื้นที่รับน้ำลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว โดยทำการคำนวณในสองรอบการเกิดซ้ำ ได้แก่ รอบในการเกิดซ้ำ 10 ปี และรอบในการเกิดซ้ำ 25 ปี ซึ่งในการคำนวณของทั้งสองรอบการเกิดซ้ำ มีสิ่งที่แตกต่างกันในการนำมาคำนวณ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) และค่าความเข้มข้น (I) สามารถคำนวณได้ผล ดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 ผลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Q_p) จากการวิเคราะห์ของพื้นที่ A1

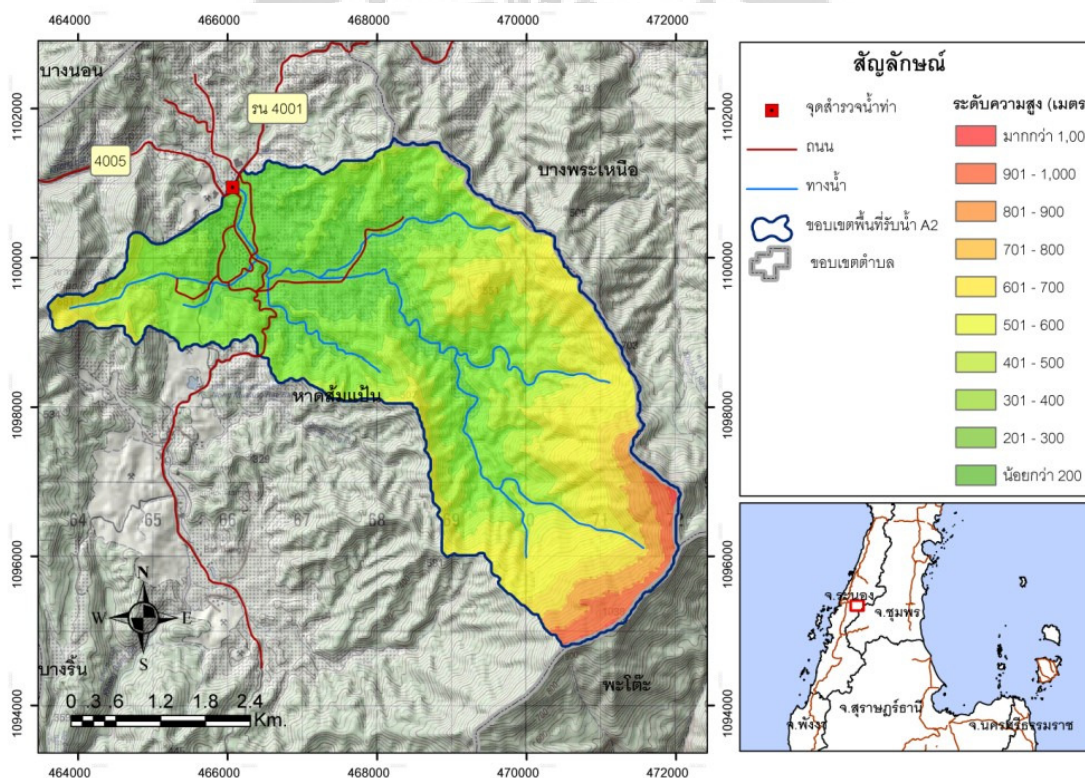
พื้นที่ (A1)	รอบในการเกิดซ้ำ	สัมประสิทธิ์การไหล (C)	ความเข้มข้น (I)	$Q_p = 0.278CIA$ (ลบ.ม./วินาที)
23 ตารางกิโลเมตร	10 ปี	0.14	78	69.82
	25 ปี	0.20	88	112.53

ผลจากการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว (A1) โดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาปัจจัยทางภูมิศาสตร์เพื่อจำแนกตามค่ากำหนด โดยใช้สมการ Rational Method พบว่าขนาดพื้นที่รับน้ำทั้งหมดเท่ากับ 23 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำสูงสุดในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี ที่คำนวณได้มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด 69.82 ลบ.ม./วินาที และในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ที่คำนวณได้มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด 112.53 ลบ.ม./วินาที

2. พื้นที่ศึกษาที่ 2 (A2)

2.1 ขนาดและขอบเขตพื้นที่ A2

จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ กับพื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำคลองหาดสั้มแป้น อำเภอเมือง จังหวัดระนอง โดยการใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และข้อมูลทางน้ำ พบว่า ขนาดของพื้นที่รับน้ำทั้งหมดของลุ่มน้ำคลองหาดสั้มแป้น ตั้งแต่เส้นสันปันน้ำโดยรอบพื้นที่ไปจนถึงจุดที่มีการสำรวจวัดปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดของกรมชลประทาน ด้วยการประมวลผลจาก Arc Hydro Tool คลอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 24.79 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 23) ซึ่งมีขนาดมากกว่าขนาดพื้นที่จากกรมชลประทานประมาณ 1.79 ตารางกิโลเมตร ที่ทำการวัดด้วยมือด้วยการขีดเส้นตามเส้นสันปันน้ำในแผนที่ภูมิประเทศ ระดับสูงสุดของพื้นที่ ประมาณ 1,054 เมตร ระดับต่ำสุดของพื้นที่ ประมาณ 132 เมตร ค่าความสูงเฉลี่ย ประมาณ 381 เมตร



ภาพประกอบ 23 แผนที่แสดงขอบเขตและพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดสั้มแป้น (A2)

2.2 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พื้นที่ A2

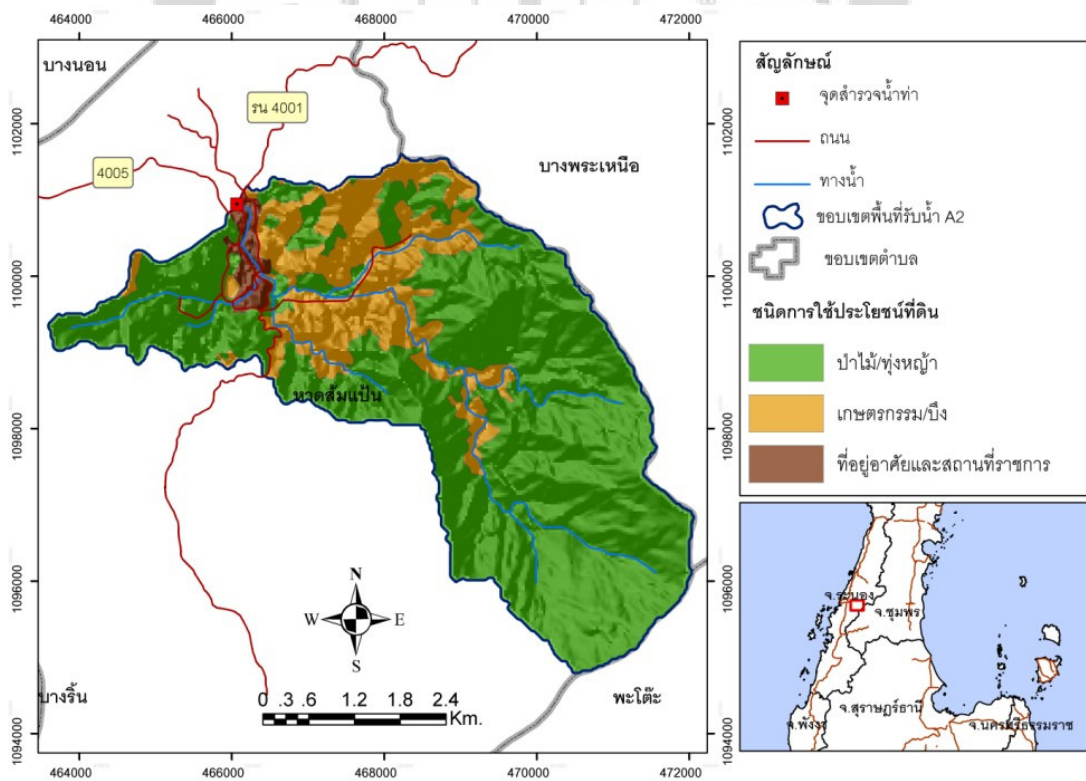
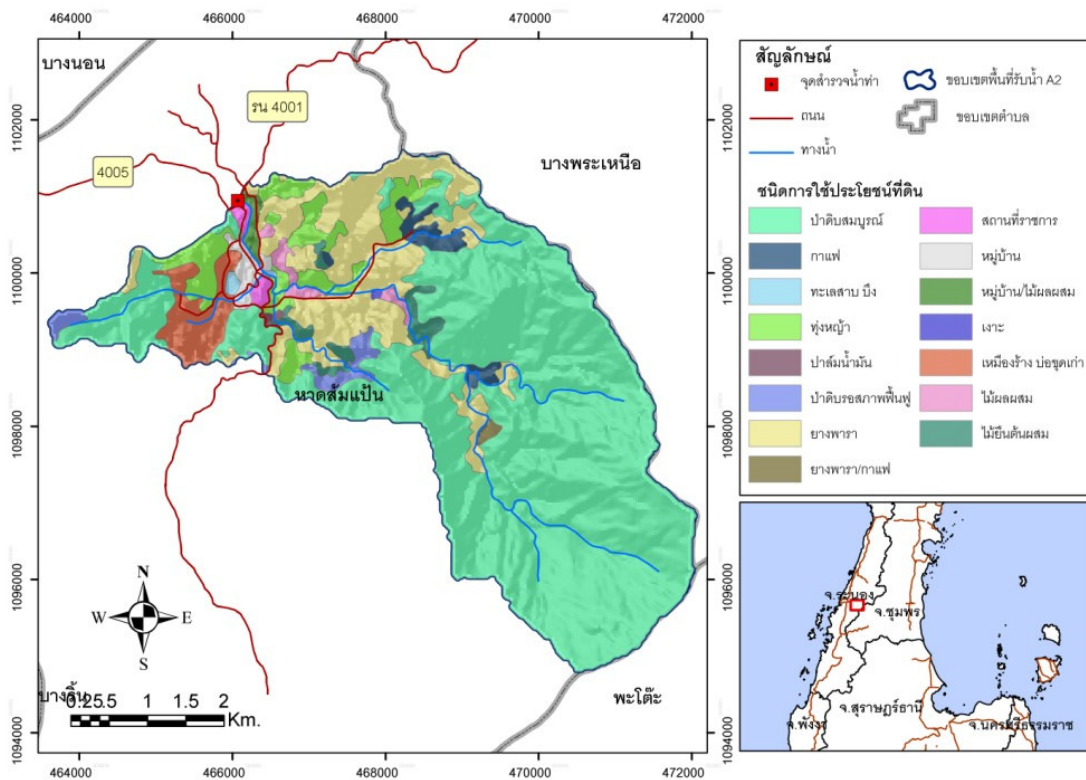
2.2.1 การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ A2

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดสั้มแป้น (A2) จากกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2550 ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีอยู่และใกล้เคียงกับช่วงการเกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุดจากการสำรวจไว้ได้

โดยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชนิดป่าไม้ ได้แก่ ป่าดิบสมบูรณ์ ป่าดิบรพพื้นที่เปิดเหมืองร้าง นอกจากนี้ยังมีชนิดการใช้พื้นที่ทางการเกษตร ได้แก่ สวนยางพารา ปาล์มน้ำมัน เงาะ ไม้ผลผสม บึง และประเภทชุมชนที่อยู่อาศัย ได้แก่ หมู่บ้าน สถานที่ราชการ (ภาพประกอบ 24) ซึ่งพบว่าที่อยู่อาศัยมีลักษณะหนาแน่นปานกลาง จากข้อมูลจำนวนครัวเรือน (สำนักทะเบียนกลาง. 2547) เมื่อนำมาเฉลี่ยแล้วพบว่ามีความหนาแน่นประมาณ 8 หลังคาเรือนต่อพื้นที่ 1 เฮกตาร์ (1 เฮกตาร์ เท่ากับ 0.004 ตารางกิโลเมตร หรือเท่ากับ 4,046.86 ตารางเมตร) ผลสรุปการจำแนกชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่รับน้ำ A2 พบว่าจำแนกได้ 3 ประเภท ตามความเหมาะสมและการใช้ประโยชน์หลักของพื้นที่นั้นๆ (ภาพประกอบ 25) สรุปได้ (ดังแสดงในตาราง 18) ดังนี้

ตาราง 18 สรุปประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดสัมเป้น (A2)

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่ป่าไม้	19.11	77
พื้นที่เกษตรกรรม	5.14	21
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง	0.54	2
รวม	24.79	100



2.2.2 กลุ่มดินพื้นที่ A2

กลุ่มดินหน่วยต่างๆ จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าหน่วยกลุ่มดินในพื้นที่ศึกษากลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2) ประกอบด้วย 11 หน่วยกลุ่มดิน (ภาพประกอบ 26) ตามการจำแนกโดยกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2550 โดยมีรายละเอียดเนื้อดินและลักษณะทางกายภาพ ดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 19 หน่วยกลุ่มดินบริเวณพื้นที่ศึกษากลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)

ลำดับ	กลุ่มดิน	เนื้อดิน	การระบายน้ำ
1	26C	ดินร่วนเหนียว	ดี
2	26D	ดินร่วนเหนียว	ดี
3	32	ดินร่วนดินร่วนปนทรายแป้ง	ดีถึงดีปานกลาง
4	62	ดินชั้นอยู่กับชนิดดินต้นกำเนิด	-
5	ML	พื้นที่ตัดแปลง	-
6	P	เหมืองร้างปรับพื้นที่	-
7	U	หมู่บ้าน	-
8	W	บึงน้ำ	-

ที่มา: ประยุกต์จาก กรมพัฒนาที่ดิน. (2553: 9-15).

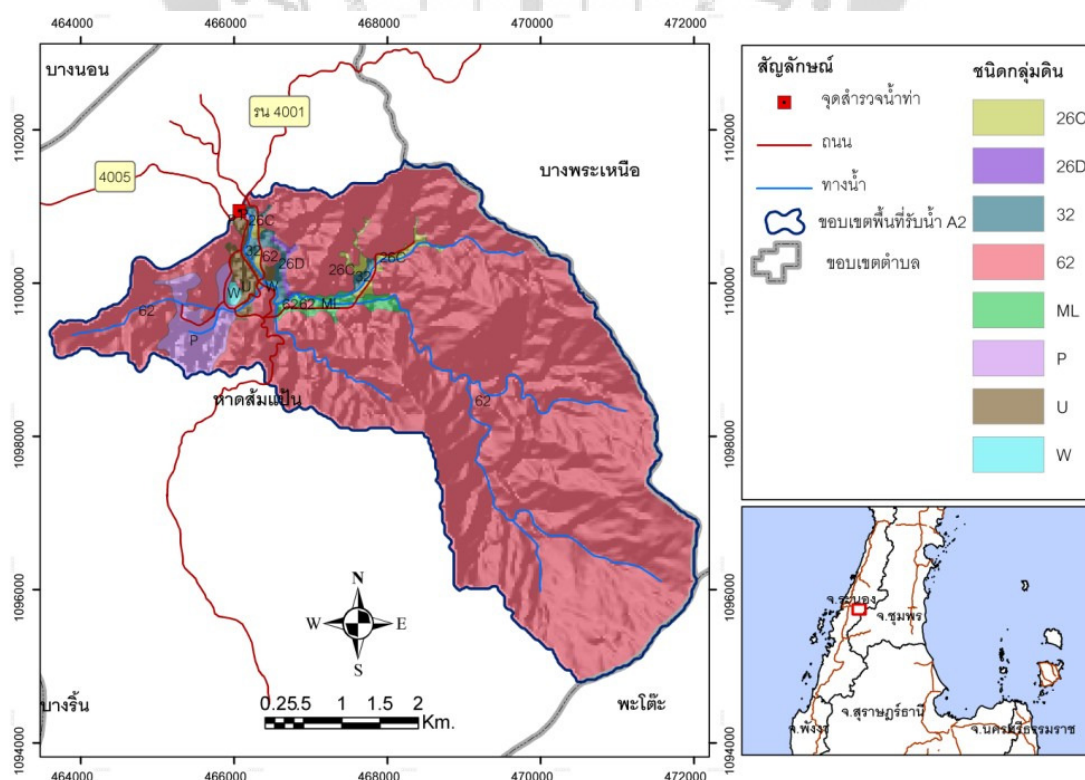
สำหรับกลุ่มดิน 62 มีลักษณะเป็นภูเขาที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ลักษณะเนื้อดินชั้นอยู่กับชนิดดินต้นกำเนิด (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553) จากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดระนอง ปี 2550 สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี (ภาคผนวก ก) พบว่าพื้นที่ส่วนมากบริเวณกลุ่มดิน 62 ที่อยู่ฝั่งตะวันออกของพื้นที่ศึกษาและอยู่ในบริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกหงาวบางส่วนนั้น เป็นหินโคลน หินดินดาน ส่วนกลุ่มดิน 62 ที่อยู่ฝั่งด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษาพบว่ามีลักษณะเป็นหินแกรนิต (แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดระนอง. 2550) และจากข้อมูลกรมทรัพยากรธรณีระบุว่าหินแต่ละชนิดมีอัตราการผุพังไม่เท่ากัน เช่น หินแกรนิต จะมีอัตราการผุพังสูง แร่องค์ประกอบเมื่อผุพังแล้วจะให้ชั้นดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียว หินภูเขาไฟ มีอัตราการผุพังใกล้เคียงกับหินแกรนิต เมื่อผุพังให้ชั้นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียว หินดินดาน – หินโคลน เมื่อผุพังจะให้ชั้นดินเป็นดินเหนียวปนทราย (กรมทรัพยากรธรณี. 2556) ดังนั้นในกรณีกลุ่มดิน 62 ฝั่งด้านทิศตะวันออกเป็นกลุ่มดินที่ผุพังจากหินโคลน หินดินดาน ดังนั้น ลักษณะของดินที่เกิดจึงเป็นดินเหนียวปนทราย ที่มีการระบายน้ำและ

อากาศไม่ดี (กรมพัฒนาที่ดิน. 2556) ส่วนกลุ่มดิน 62 ฝั่งด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นกลุ่มดินที่ผุมา จากหินแกรนิต ดังนั้น ลักษณะของดินที่เกิดจึงเป็นดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียว ที่มีการ ระบายน้ำและอากาศได้ดีมาก สำหรับกลุ่มดิน ML, P, U และ W มีพื้นที่ขนาดเล็กอยู่ในวงของกลุ่มดิน ที่ทราบลักษณะทางกายภาพ จึงสรุปตามข้อมูลข้างเคียงซึ่งใช้ปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น การใช้ ประโยชน์ของพื้นที่ สภาพความชื้น

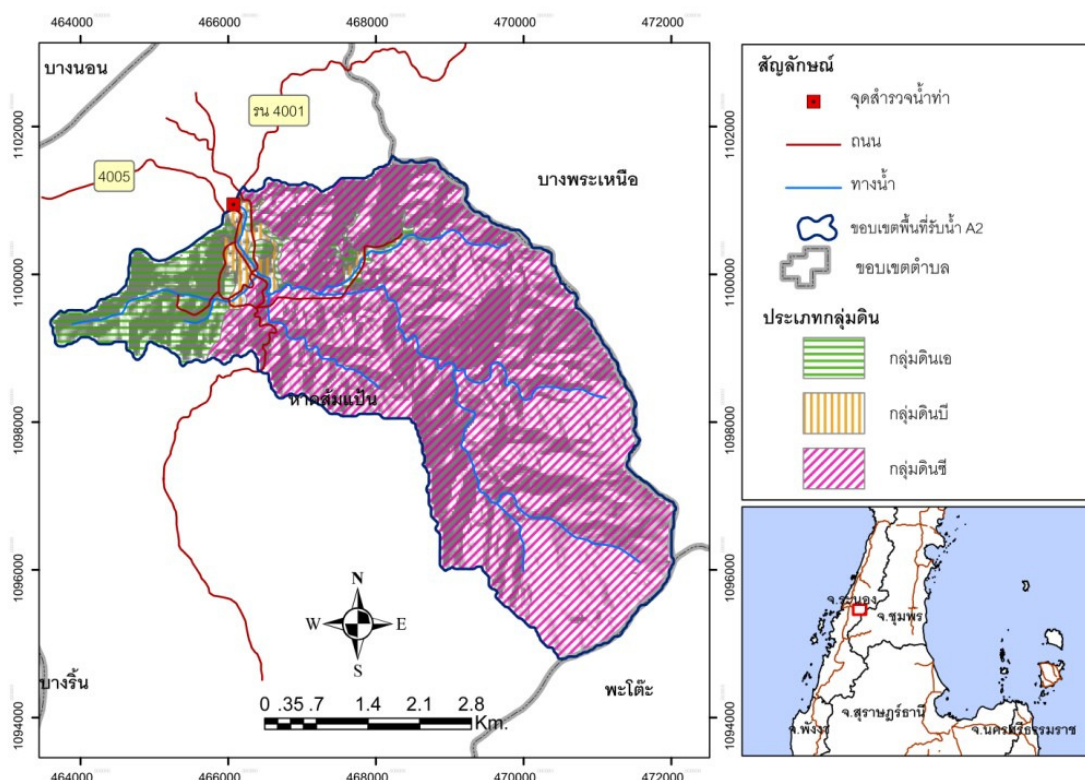
จากการจำแนกตามคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินชนิดต่างๆ สามารถจำแนกประเภทของ กลุ่มดินเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ได้ 3 ประเภท ได้แก่ กลุ่มดินเอ กลุ่มดินบี และกลุ่มดินซี (ภาพประกอบ 27) โดยมีรายละเอียดที่มาของแต่ละประเภทกลุ่มดิน (ดังแสดงในตาราง 20) ดังนี้

ตาราง 20 ตารางการจำแนกประเภทกลุ่มดินสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ A2

ลำดับ	ประเภทกลุ่มดิน	หน่วยกลุ่มดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1	กลุ่มดินเอ	26C, 26D, 62(หินแกรนิต), ML, P, W	2.87	12
2	กลุ่มดินบี	32	0.60	2
3	กลุ่มดินซี	62(หินโคลน หินดินดาน)	21.31	86
	รวม		24.79	100



ภาพประกอบ 26 แผนที่หน่วยกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)



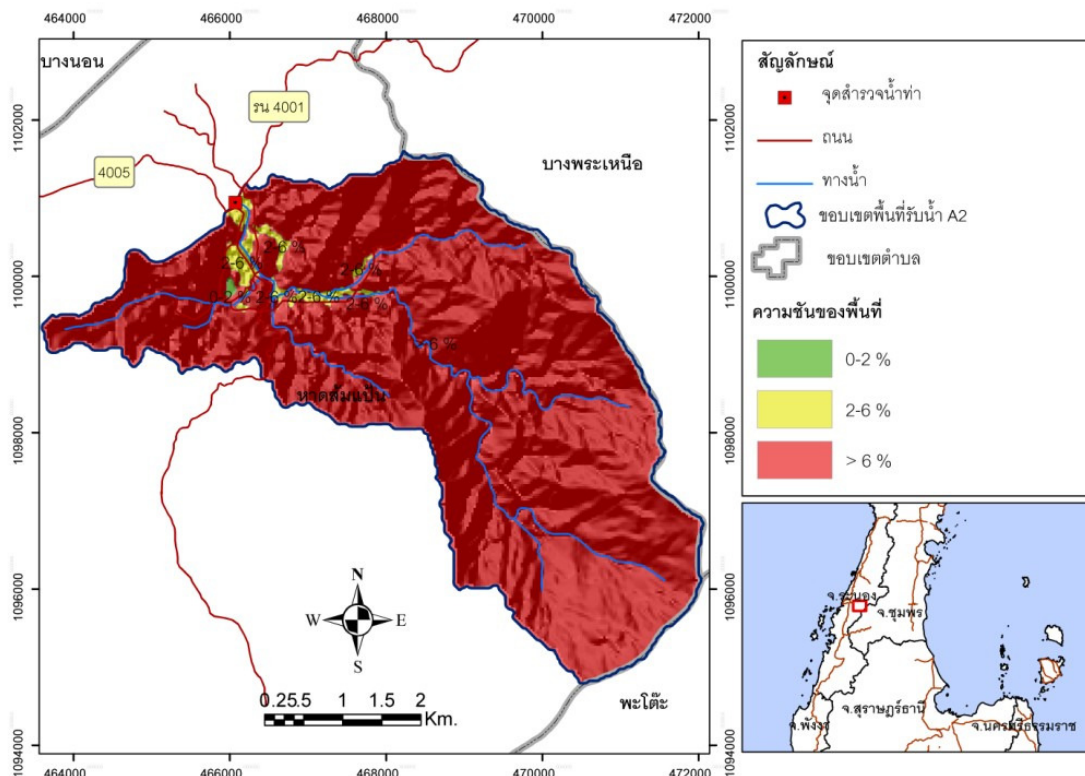
ภาพประกอบ 27 แผนที่การจัดประเภทกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)

2.2.3 ความชันพื้นที่ A2

จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และข้อมูลกลุ่มดินที่ระบุถึงความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น สามารถจำแนกระดับความชันตามเงื่อนไขสำหรับการวิเคราะห์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1. ความชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ 2. ความชัน 2-6 เปอร์เซ็นต์ 3. ความชันมากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพื้นที่ส่วนมากมีความชันมากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพประกอบ 28) โดยรายละเอียดของพื้นที่จากการจำแนกด้วยลักษณะของความชันสามารถสรุปได้ดังนี้ (ดังแสดงในตาราง 21)

ตาราง 21 แสดงค่าความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)

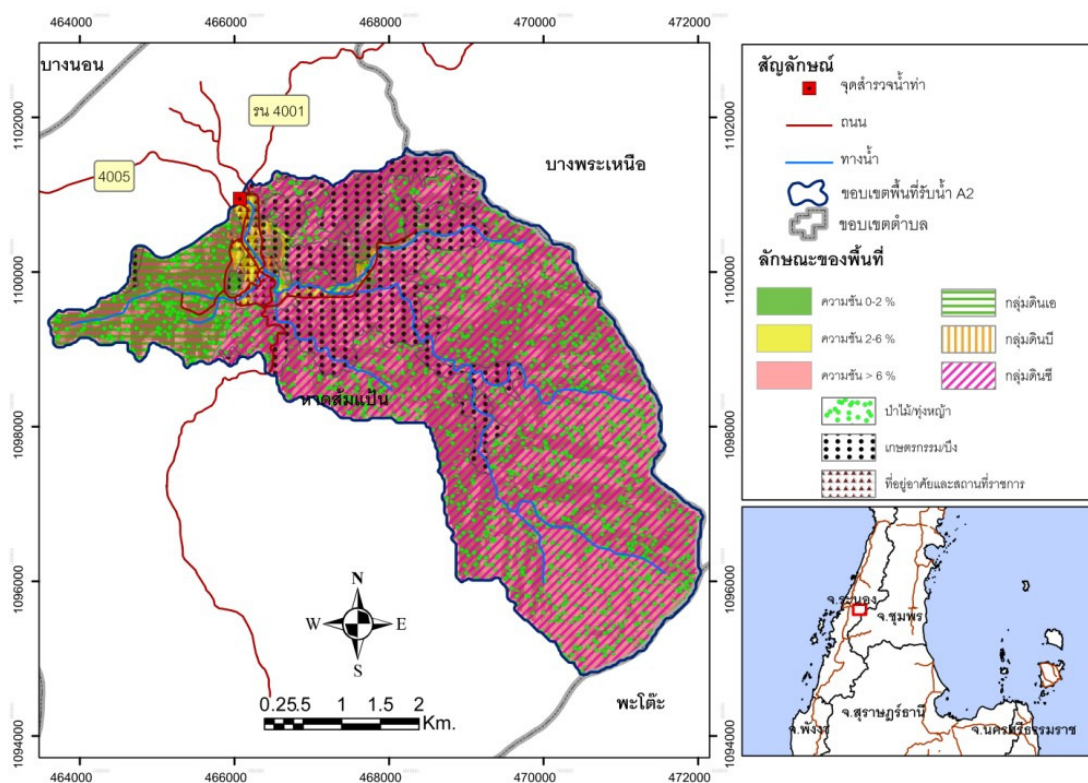
ค่าความชัน (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
0-2	0.03	0.10
2-6	0.57	2.30
มากกว่า 6	24.19	97.60
รวม	24.79	100



ภาพประกอบ 28 แผนที่ความลาดชันพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)

2.2.4 ผลการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พื้นที่ A2

จากข้อมูลปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ที่นำมาปรับให้สอดคล้องกับคุณสมบัติตามตาราง 6 เมื่อนำข้อมูลปัจจัยทั้ง 3 ชนิด ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้นมาซ้อนทับแล้วปรากฏว่าสามารถให้กลุ่มลักษณะข้อมูลที่สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ในพื้นที่ (ภาพประกอบ 29) และจากการวิเคราะห์สามารถนำไปกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี และ 25 ปี ได้ทั้งหมด 19 กลุ่ม (ดังแสดงในตาราง 22) ดังนี้



ภาพประกอบ 29 แผนที่จำแนกความแตกต่างตามปัจจัยทางภูมิศาสตร์ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น (A2)

ตาราง 22 ผลการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์พื้นที่ A2

ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	กลุ่มดิน	ความชัน (%)	ขนาดพื้นที่ (A)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 10 ปี		สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 25 ปี	
						C_{10}	$C_{10} \cdot A$	C_{25}	$C_{25} \cdot A$
1	เกษตรกรรม	เอ	0-2%	0.02	0.10	0.08	0.002	0.14	0.003
2	เกษตรกรรม	เอ	2-6%	0.03	0.13	0.13	0.00	0.18	0.01
3	เกษตรกรรม	เอ	>6%	0.36	1.46	0.16	0.06	0.22	0.08
4	เกษตรกรรม	บี	2-6%	0.04	0.17	0.15	0.01	0.21	0.01
5	เกษตรกรรม	บี	>6%	0.07	0.28	0.21	0.01	0.28	0.02
6	เกษตรกรรม	ซี	2-6%	0.08	0.31	0.19	0.01	0.25	0.02
7	เกษตรกรรม	ซี	>6%	4.53	18.26	0.26	1.18	0.34	1.54
8	ที่อยู่อาศัย	เอ	2-6%	0.01	0.02	0.28	0.001	0.37	0.002

ตาราง 22 (ต่อ)

ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	กลุ่มดิน	ความชัน (%)	ขนาดพื้นที่ (A)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 10 ปี		สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 25 ปี	
						C_{10}	$C_{10} * A$	C_{25}	$C_{25} * A$
9	ที่อยู่อาศัย	เอ	>6%	0.05	0.18	0.31	0.01	0.4	0.02
10	ที่อยู่อาศัย	บี	2-6%	0.23	0.94	0.3	0.07	0.39	0.09
11	ที่อยู่อาศัย	บี	>6%	0.15	0.61	0.35	0.05	0.44	0.07
12	ที่อยู่อาศัย	ซี	2-6%	0.003	0.01	0.33	0.001	0.42	0.001
13	ที่อยู่อาศัย	ซี	>6%	0.11	0.43	0.38	0.04	0.49	0.05
14	ป่าไม้	เอ	2-6%	0.01	0.04	0.1	0.001	0.16	0.002
15	ป่าไม้	เอ	>6%	2.39	9.65	0.14	0.34	0.2	0.48
16	ป่าไม้	บี	2-6%	0.06	0.23	0.13	0.01	0.19	0.01
17	ป่าไม้	บี	>6%	0.05	0.21	0.19	0.01	0.26	0.01
18	ป่าไม้	ซี	2-6%	0.06	0.23	0.17	0.01	0.23	0.01
19	ป่าไม้	ซี	>6%	16.54	66.73	0.24	3.97	0.32	5.29
รวม				24.79	100	-	5.79	-	7.72
เฉลี่ย C ตามสมการ (4)							0.23		0.31

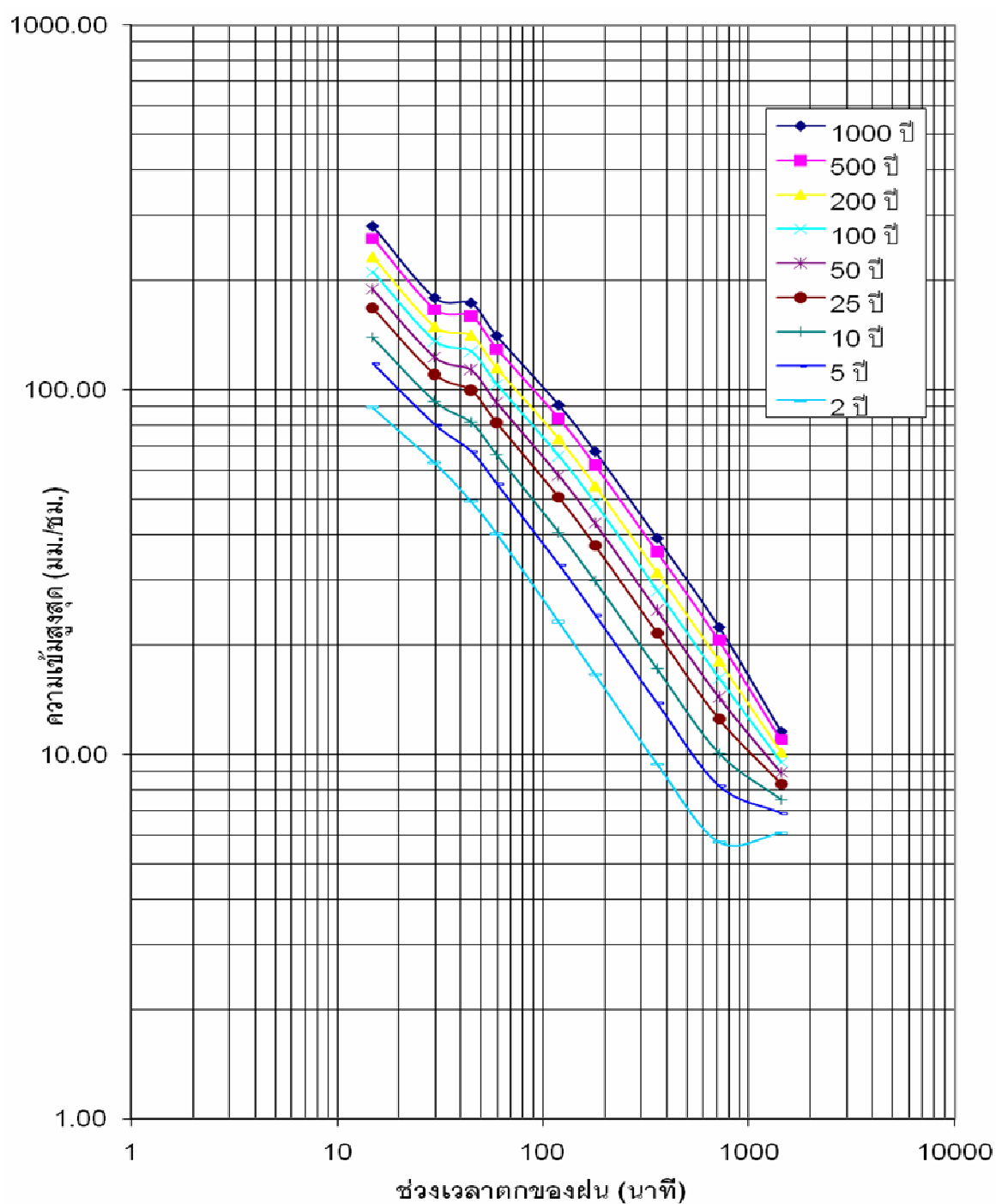
ผลจากการวิเคราะห์สามารถกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น ทั้งในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี และ 25 ปี เพื่อนำไปใช้คำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำท่าสูงสุดของพื้นที่ ได้แก่ รอบการเกิดซ้ำ 10 ปี มีค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินเท่ากับ 0.23 และรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี มีค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินเท่ากับ 0.31

2.3 การกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) พื้นที่ A2

จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ข้อมูลภูมิประเทศและข้อมูลเส้นทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น สามารถกำหนดค่าระดับความสูงที่แตกต่างกันระหว่างจุดที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดที่ศึกษาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดซึ่งเป็นจุดที่ต่ำสุดของพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลระดับสูงสุดของพื้นที่ ประมาณ 1,054 เมตร ระดับต่ำสุดของพื้นที่ ประมาณ 123 เมตร เพราะฉะนั้นค่าความสูงต่าง (H)

คือ 922 เมตร และความยาวทางน้ำที่ไกลที่สุด คือ 9.87 กิโลเมตร และจากข้อมูลที่ได้นำไปแทนค่าตามสมการ (3) จะได้ค่าของช่วงเวลาทั้งหมดที่น้ำไหลมารวมกัน (T_c) คือ 0.96 ชั่วโมง หรือ 57.79 นาที

เมื่อได้ค่าเวลาทั้งหมดที่น้ำไหลมารวมกัน (T_c) จึงสามารถนำไปกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝนจากกราฟความเข้มปริมาณน้ำฝน (Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves) ของพื้นที่โดยการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดในช่วงเวลาต่างๆ ได้แก่ 15, 30, 45, 60 นาที และ 2, 3, 6, 12, 24 ชั่วโมง จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ ของสถานีอุตุนิยมวิทยาโดยรอบพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดสัมเป้น ซึ่งจากการรวบรวมสถานีและข้อมูลที่มีพบทั้งหมด 4 สถานี ได้แก่ สถานีระนอง สถานีตะกั่วป่า สถานีชุมพรและสถานีสุราษฎร์ธานี (ภาคผนวก ก) ช่วงเวลาที่มีข้อมูลสามารถนำมาเฉลี่ยคือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 ถึงปี พ.ศ. 2543 แล้วสร้างเป็นกราฟความเข้มปริมาณน้ำฝน (Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves) (ภาพประกอบ 30) เพื่อใช้ในการกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) สำหรับการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด และจากค่าของช่วงเวลาทั้งหมดที่น้ำไหลมารวมกัน (T_c) คือ 0.96 ชั่วโมง หรือ 57.79 นาที สามารถกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) ในคาบการเกิดซ้ำรอบ 10 ปี เท่ากับ 67 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และในคาบการเกิดซ้ำรอบ 25 ปี เท่ากับ 82 มิลลิเมตร/ชั่วโมง



ภาพประกอบ 30 กราฟความเข้มฝนเฉลี่ยจากสถานีระนอง สถานีตะกั่วป่า สถานีชุมพร และสถานีสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2533 ถึง ปี พ.ศ. 2543

2.4 ผลการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดพื้นที่ A2

จากข้อมูลทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์และรวบรวม จึงสามารถนำไปสู่การคำนวณตามสมการ (2) เพื่อหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Q_p) ที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากพื้นที่รับน้ำลุ่มน้ำคลองหาด

สัมบูรณ์ โดยทำการคำนวณในสองรอบการเกิดซ้ำ ได้แก่ รอบในการเกิดซ้ำ 10 ปี และรอบในการเกิดซ้ำ 25 ปี ซึ่งในการคำนวณของทั้งสองรอบการเกิดซ้ำ มีสิ่งที่แตกต่างกันในการนำมาคำนวณ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) และค่าความซึมผ่าน (I) ซึ่งสามารถกำหนดได้จากรายละเอียดข้างต้น ดังนั้นจากข้อมูลทั้งหมดสามารถคำนวณได้ผล (ดังแสดงในตาราง 23) ดังนี้

ตาราง 23 ผลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการวิเคราะห์ของพื้นที่ A2

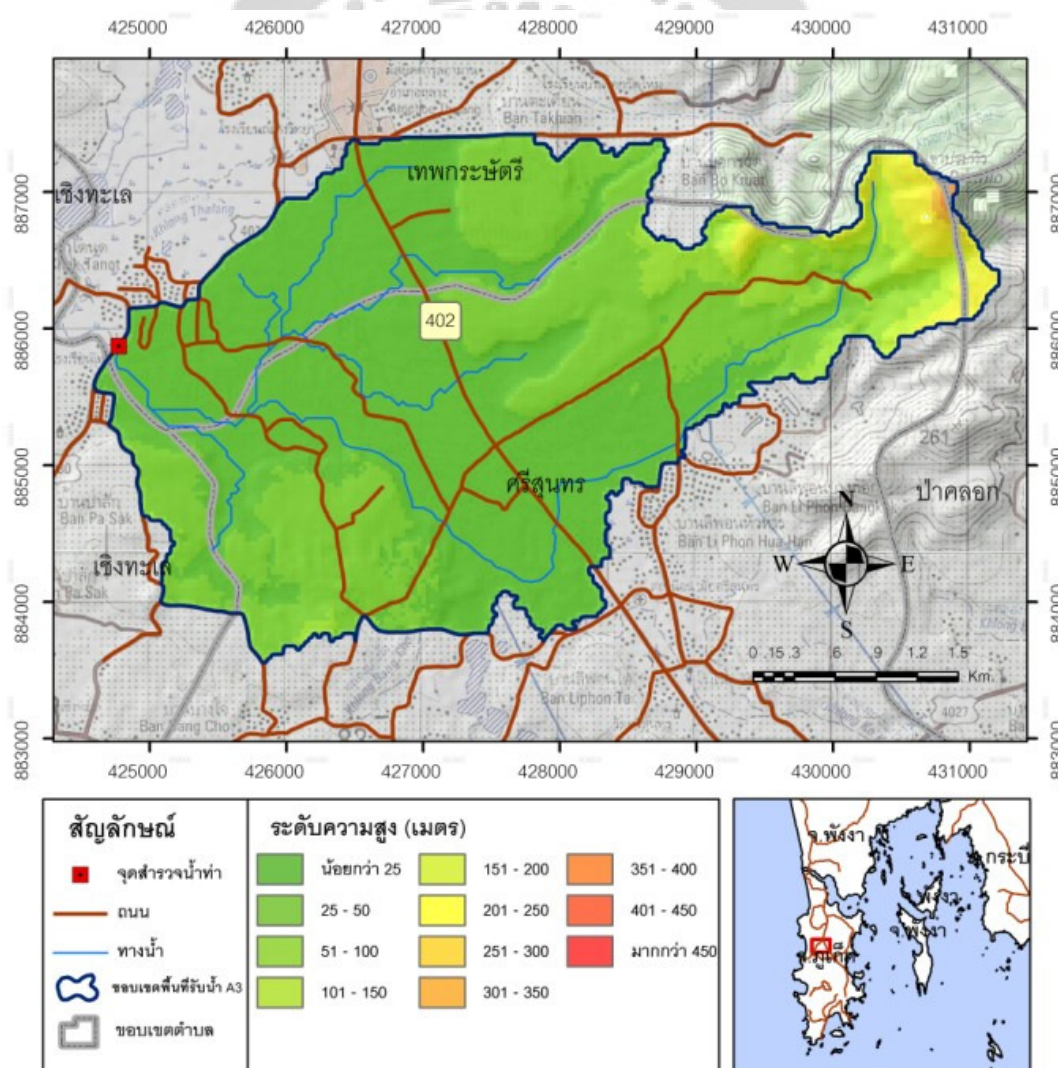
พื้นที่ (A2)	รอบในการเกิดซ้ำ	สัมประสิทธิ์การไหล (C)	ความซึมผ่าน (I)	$Q_p = 0.278CIA$ (ลบ.ม./วินาที)
24.79 ตารางกิโลเมตร	10 ปี	0.23	67	106.20
	25 ปี	0.31	82	175.19

ผลจากการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองหาดสัมบูรณ์ (A2) โดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาปัจจัยทางภูมิศาสตร์เพื่อจำแนกตามค่ากำหนด โดยใช้สมการ Rational Method พบว่าขนาดพื้นที่รับน้ำทั้งหมดเท่ากับ 24.79 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำสูงสุดในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี ที่คำนวณได้มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด 106.20 ลบ.ม./วินาที และในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ที่คำนวณได้มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด 175.19 ลบ.ม./วินาที

3. พื้นที่ศึกษาที่ 3 (A3)

3.1 ขนาดและขอบเขตพื้นที่ A3

จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ กับพื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำคลองท่ายาง อำเภอดง จังหวัดภูเก็ต โดยการใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และข้อมูลทางน้ำ พบว่า ขนาดของพื้นที่รับน้ำทั้งหมดของลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น ตั้งแต่เส้นสันปันน้ำโดยรอบพื้นที่ไปจนถึงจุดที่มีการสำรวจวัดปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดของกรมชลประทาน ด้วยการประมวลผลจาก Arc Hydro Tool คลอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 14.84 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 31) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าขนาดพื้นที่จากกรมชลประทานประมาณ 0.16 ตารางกิโลเมตร ที่ทำการวัดด้วยมือด้วยการขีดเส้นตามเส้นสันปันน้ำในแผนที่ภูมิประเทศ ระดับสูงสุดของพื้นที่ ประมาณ 495 เมตร ระดับต่ำสุดของพื้นที่ ประมาณ 0 เมตร ค่าความสูงเฉลี่ย ประมาณ 53 เมตร



ภาพประกอบ 31 แผนที่แสดงขอบเขตและพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)

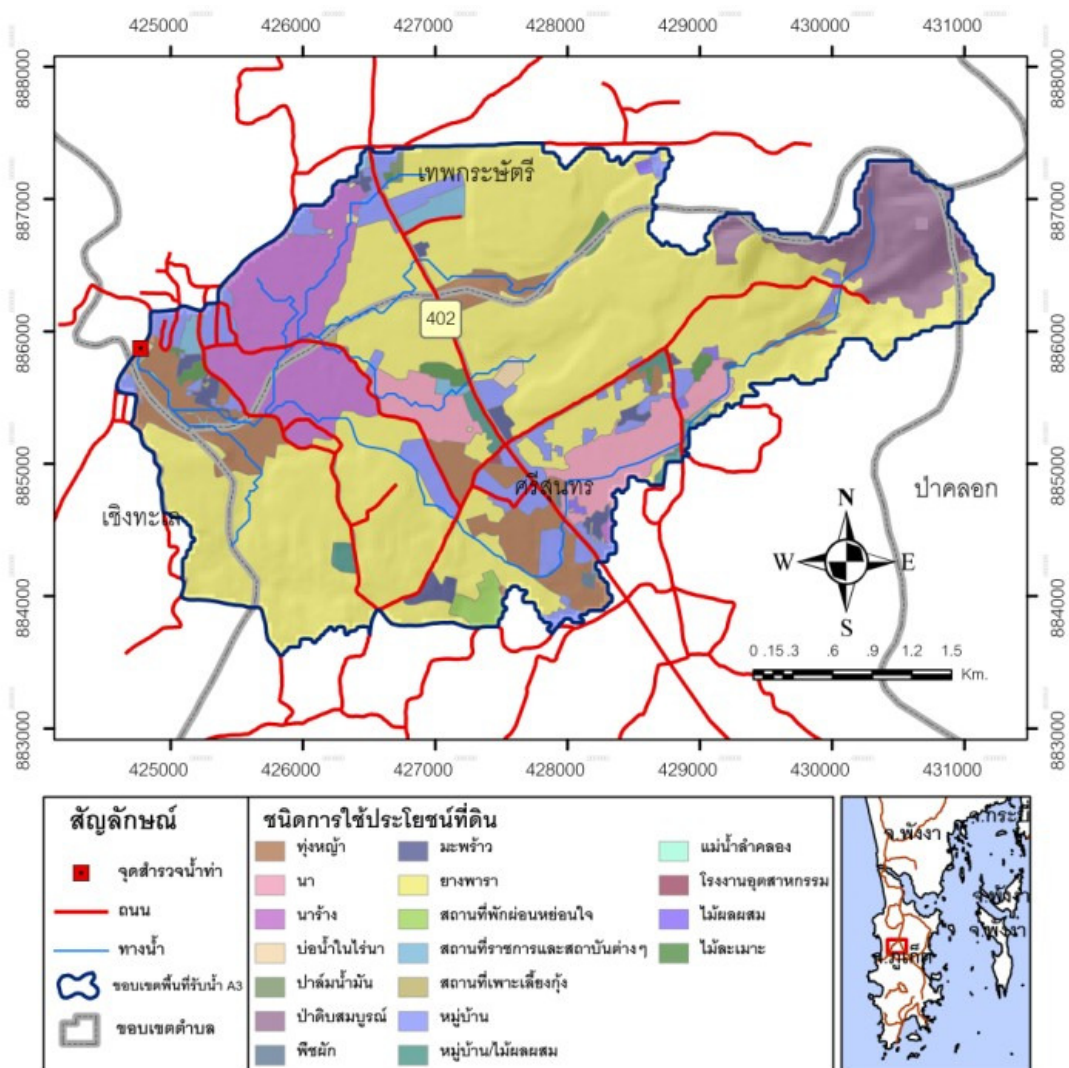
3.2 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พื้นที่ A3

3.2.1 การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ A3

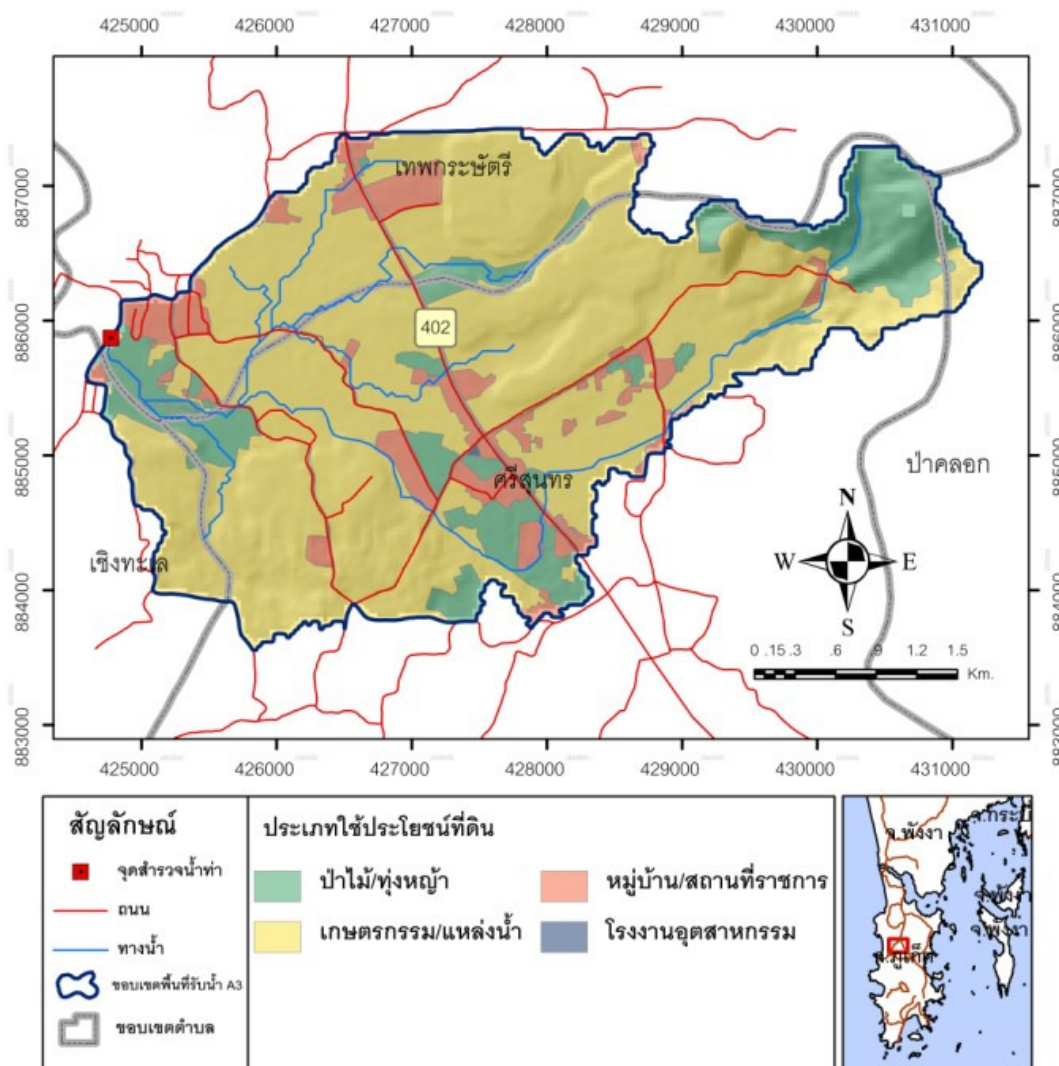
การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3) จากกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2550 ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีอยู่และใกล้เคียงกับช่วงการเกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุดจากการสำรวจไว้ได้ โดยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชนิดเกษตรกรรม ได้แก่ ยางพารา นาข้าว มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน ไม้ผสม บ่อเลี้ยงกุ้ง บ่อน้ำในไร่นา และชนิดการใช้พื้นที่ประเภทชุมชนที่อยู่อาศัย ได้แก่ ชุมชน หมู่บ้าน และสถานที่ราชการ นอกจากนั้นยังมีประเภทโรงงานอุตสาหกรรม และป่าไม้ดิบสมบูรณ์ (ภาพประกอบ 32) ซึ่งพบว่าที่อยู่อาศัยมีลักษณะหนาแน่นมาก จากข้อมูลจำนวนครัวเรือน (สำนักทะเบียนกลาง. 2547 - 2555) เมื่อนำมาเฉลี่ยแล้วพบว่ามีความหนาแน่นประมาณ 20 หลังคาเรือนต่อพื้นที่ 1 เอเคอร์ ผลสรุปการจำแนกชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่รับน้ำ A3 พบว่าจำแนกได้ 4 ประเภท ตามความเหมาะสมและการใช้ประโยชน์หลักของพื้นที่นั้นๆ (ภาพประกอบ 33) สรุปได้ (ดังแสดงในตาราง 24) ดังนี้

ตาราง 24 สรุปประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตรกรรม	11.03	74.35
พื้นที่ป่าไม้	2.43	16.38
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก	1.37	9.23
โรงงานอุตสาหกรรม	0.005	0.03
รวม	14.84	100



ภาพประกอบ 32 แผนที่ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)



ภาพประกอบ 33 แผนที่การจัดกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)

3.2.2 กลุ่มดินพื้นที่ A3

กลุ่มดินหน่วยต่างๆ จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าหน่วยกลุ่มดินในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3) ประกอบด้วย 16 หน่วยกลุ่มดิน (ภาพประกอบ 34) ตามการจำแนกโดยกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2550 โดยมีรายละเอียดเนื้อดินและลักษณะทางกายภาพ ดังแสดงในตาราง 25

ตาราง 25 หน่วยกลุ่มดินบริเวณพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)

ลำดับ	กลุ่มดิน	เนื้อดิน	การระบายน้ำ
1	6	ดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	เลว
2	17	ดินร่วนปนทราย	ค่อนข้างเลว
3	26	ดินร่วนเหนียว	ดีถึงดีปานกลาง

ตาราง 25 (ต่อ)

ลำดับ	กลุ่มดิน	เนื้อดิน	การระบายน้ำ
4	26B	ดินร่วนเหนียว	ดี
5	26C	ดินร่วนเหนียว	ดี
6	26D	ดินร่วนเหนียว	ดี
7	34	ดินร่วนปนทราย	ดีถึงดีปานกลาง
8	34gm	ดินร่วนปนทราย	ดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว
9	45	ดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนกรวดหรือลูกรัง	ดี
10	45B	ดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนกรวดหรือลูกรัง	ดี
11	53C	ดินร่วนเหนียว	ดี
12	62	ดินขึ้นอยู่กับชนิดหินต้นกำเนิด	-
13	ML	พื้นที่ดัดแปลง	-
14	P	เหมืองร้างปรับพื้นที่	-
15	U	หมู่บ้าน	-
16	W	บึงน้ำ	-

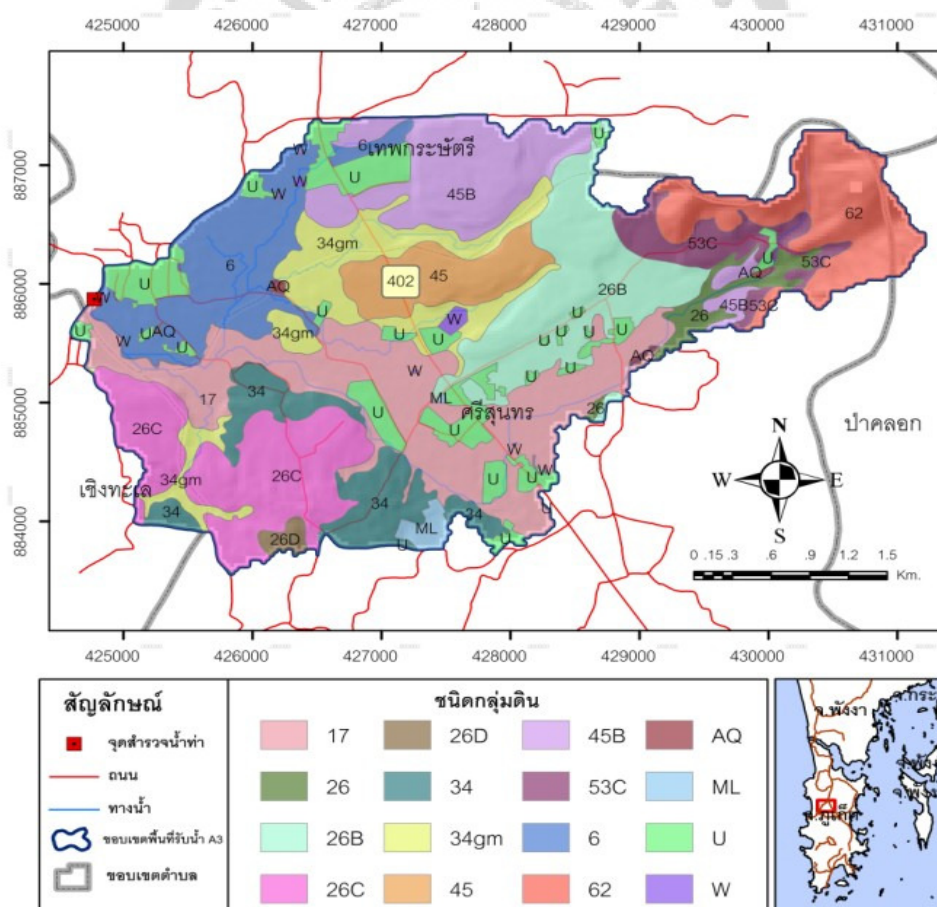
ที่มา: ประยุกต์จาก กรมพัฒนาที่ดิน. (2553: 6-14).

สำหรับกลุ่มดิน 62 มีลักษณะเป็นภูเขามีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ลักษณะเนื้อดิน ขึ้นอยู่กับชนิดหินต้นกำเนิด (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553) จากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดภูเก็ต ปี 2550 สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี (ภาคผนวก ก) พบว่าพื้นที่บริเวณกลุ่มดิน 62 ที่อยู่ฝั่งตะวันออกของพื้นที่ศึกษา เป็นหินแกรนิต และจากข้อมูลกรมทรัพยากรธรณีระบุไว้ว่าหินแต่ละชนิดมีอัตราการผุพังไม่เท่ากัน เช่น หินแกรนิต จะมีอัตราการผุพังสูง แร่องค์ประกอบเมื่อผุพังแล้วจะให้ชั้นดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียว หินภูเขาไฟ มีอัตราการผุพังใกล้เคียงกับหินแกรนิต เมื่อผุพังให้ชั้นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียว หินดินดาน – หินโคลน เมื่อผุพังจะให้ชั้นดินเป็นดินเหนียวปนทราย (กรมทรัพยากรธรณี. 2556) ดังนั้นในกรณีกลุ่มดิน 62 ฝั่งด้านทิศตะวันออกเป็นกลุ่มดินที่ผุมาจากหินแกรนิต ดังนั้น ลักษณะของดินที่เกิดจึงเป็นดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียว ที่มีการระบายน้ำและอากาศได้ดีมาก สำหรับกลุ่มดิน ML, P, U และ W มีพื้นที่กระจายอยู่ในพื้นที่ของกลุ่มดินที่ทราบลักษณะทางกายภาพ จึงสรุปตามข้อมูลข้างเคียงซึ่งใช้ปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ สภาพความชัน

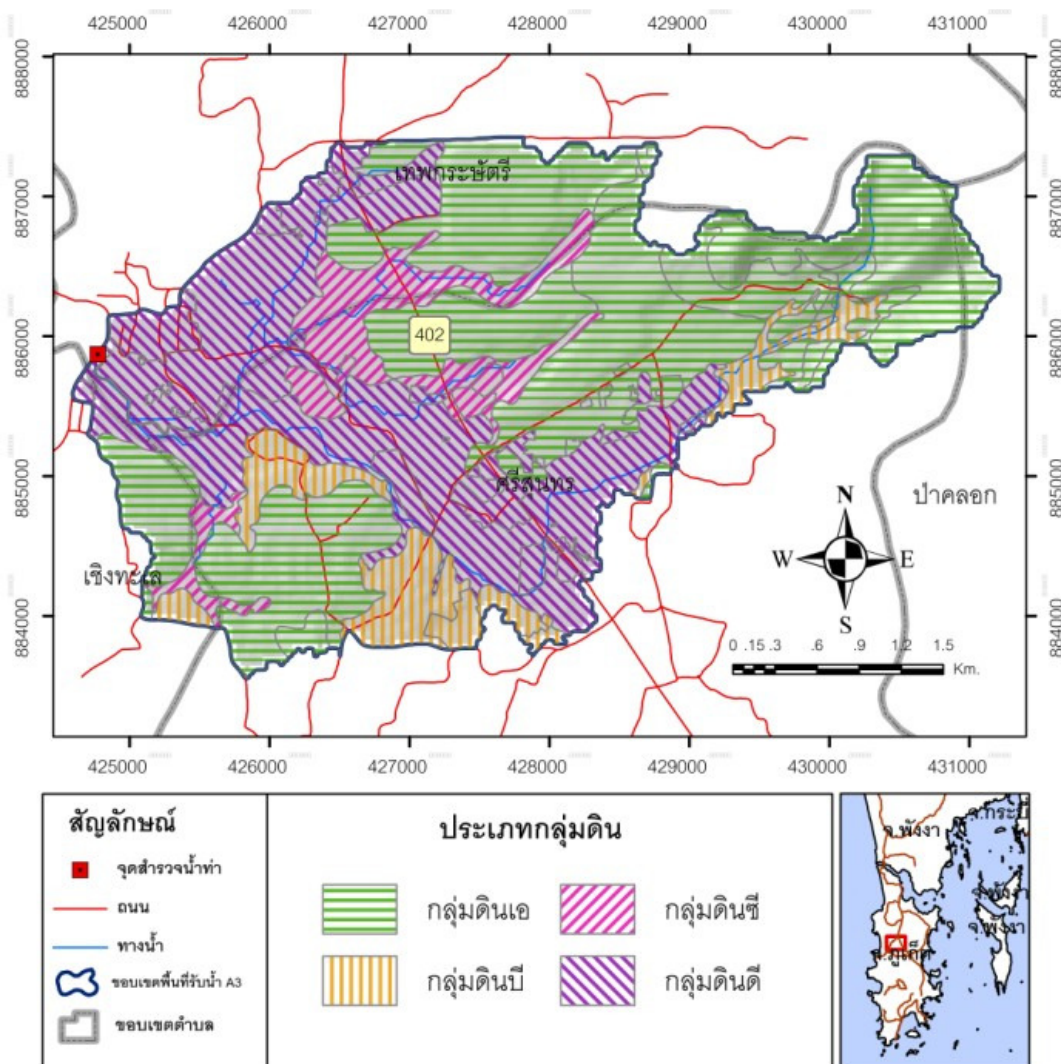
จากการจำแนกตามคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินชนิดต่างๆ สามารถจำแนกประเภทของกลุ่มดินเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ได้ 4 ประเภท ได้แก่ กลุ่มดินเอ กลุ่มดินบี กลุ่มดินซี และกลุ่มดินดี (ภาพประกอบ 35) โดยมีรายละเอียดที่มาของแต่ละประเภทกลุ่มดิน (ดังแสดงในตาราง 26) ดังนี้

ตาราง 26 ตารางการจำแนกประเภทกลุ่มดินสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ A3

ลำดับ	ประเภทกลุ่มดิน	หน่วยกลุ่มดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1	กลุ่มดินเอ	26B, 26C, 26D, 45, 45B, 53C, 62(หินแกรนิต), U	7.33	49
2	กลุ่มดินบี	26, 34, U, ML, AQ	1.31	9
3	กลุ่มดินซี	34gm, U, W	1.30	9
4	กลุ่มดินดี	6, 17, U, ML, AQ, W	4.89	33
	รวม		14.84	100



ภาพประกอบ 34 แผนที่หน่วยกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)



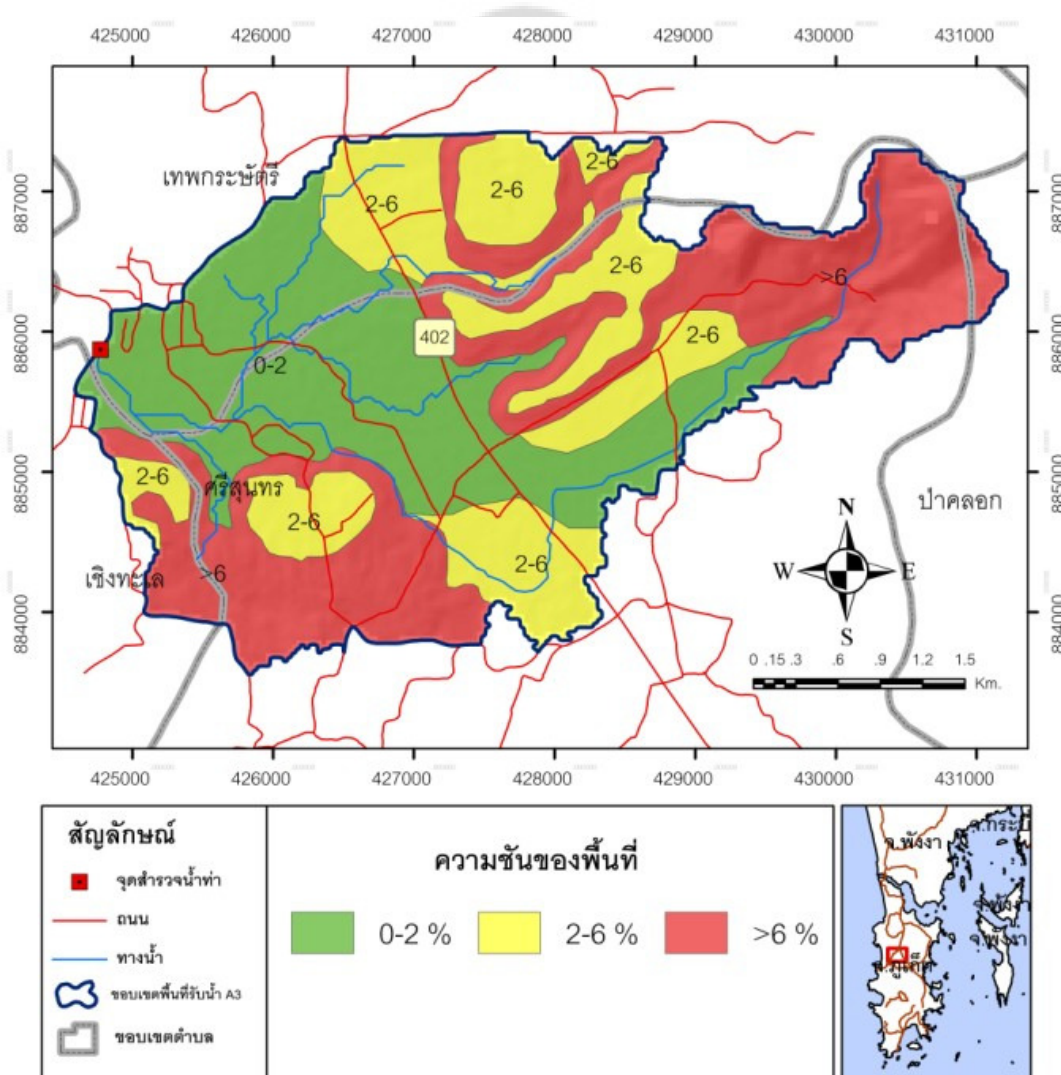
ภาพประกอบ 35 แผนที่การจัดประเภทกลุ่มดินลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)

3.2.3 ความชันพื้นที่ A3

จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และข้อมูลกลุ่มดินที่ระบุถึงความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง สามารถจำแนกระดับความชันตามเงื่อนไขสำหรับการวิเคราะห์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1. ความชัน 0–2 เปอร์เซ็นต์ 2. ความชัน 2–6 เปอร์เซ็นต์ 3. ความชันมากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพื้นที่ส่วนมากมีความชันมากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพประกอบ 36) โดยรายละเอียดของพื้นที่จากการจำแนกด้วยลักษณะของความชันสามารถสรุปได้ดังนี้ (ดังแสดงในตาราง 27)

ตาราง 27 แสดงค่าความชันของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)

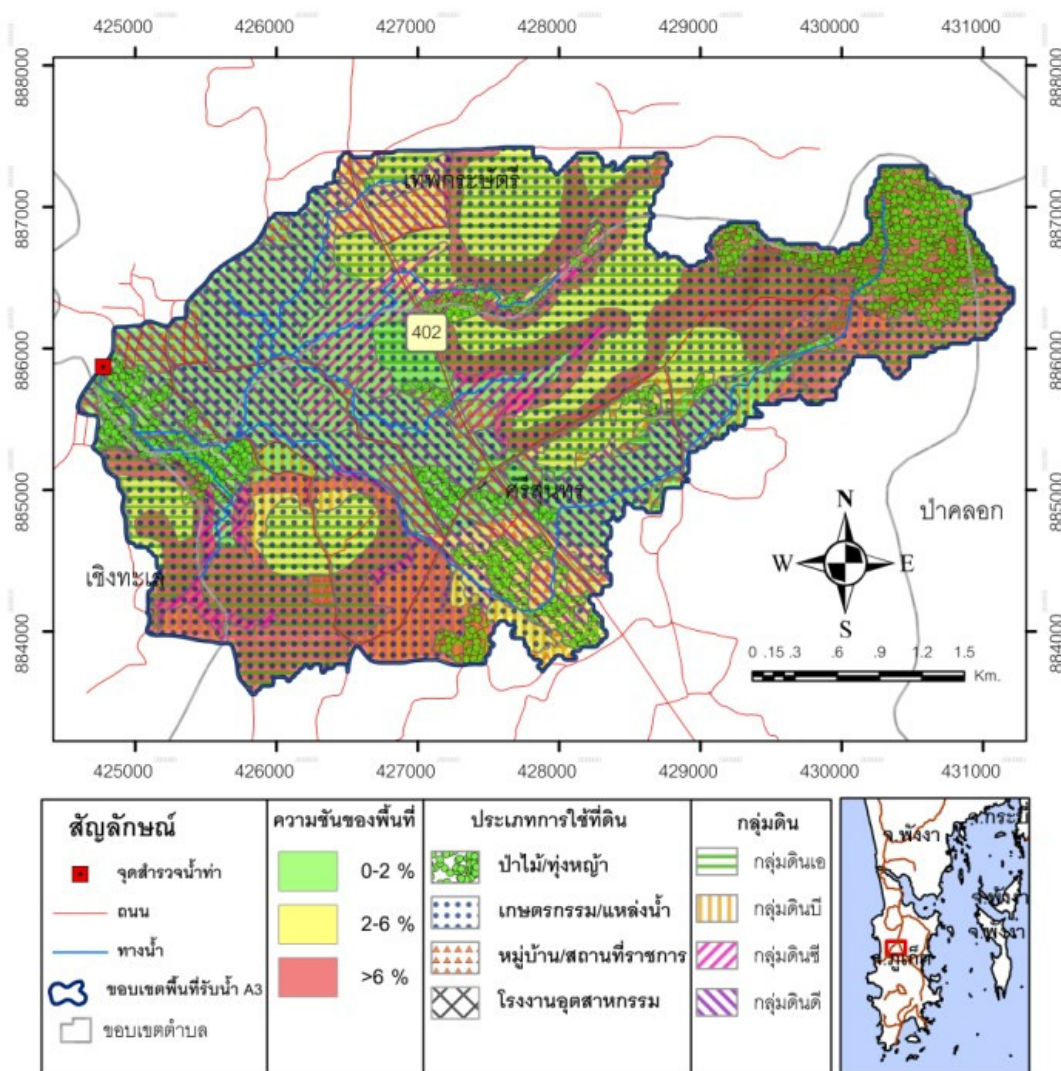
ค่าความชัน (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
0-2	4.95	33
2-6	4.13	28
มากกว่า 6	5.76	39
รวม	14.84	100



ภาพประกอบ 36 แผนที่ความลาดชันพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)

3.2.4 ผลการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พื้นที่ A3

จากข้อมูลปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ที่นำมาปรับให้สอดคล้องกับคุณสมบัติตามตาราง 6 เมื่อนำข้อมูลปัจจัยทั้ง 3 ชนิด ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายางมาซ้อนทับแล้วปรากฏว่าสามารถให้กลุ่มลักษณะข้อมูลที่สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ในพื้นที่ (ภาพประกอบ 37) และจากการวิเคราะห์สามารถนำไปกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี และ 25 ปี ได้ทั้งหมด 36 กลุ่ม (ดังแสดงในตาราง 28) ดังนี้



ภาพประกอบ 37 แผนที่จำแนกความแตกต่างตามปัจจัยทางภูมิศาสตร์ลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3)

ตาราง 28 ผลการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์พื้นที่ A3

ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	กลุ่มดิน	ความชื้น (%)	ขนาดพื้นที่ (A)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 10 ปี		สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 25 ปี	
						C_{10}	$C_{10} * A$	C_{25}	$C_{25} * A$
1	เกษตรกรรม	เอ	0-2%	0.31	2.08	0.08	0.02	0.14	0.04
2	เกษตรกรรม	เอ	2-6%	2.48	16.71	0.13	0.32	0.18	0.45
3	เกษตรกรรม	เอ	>6%	3.23	21.78	0.16	0.52	0.22	0.71
4	เกษตรกรรม	บี	0-2%	0.19	1.28	0.11	0.02	0.16	0.03
5	เกษตรกรรม	บี	2-6%	0.19	1.27	0.15	0.03	0.21	0.04
6	เกษตรกรรม	บี	>6%	0.75	5.04	0.21	0.16	0.28	0.21
7	เกษตรกรรม	ซี	0-2%	0.65	4.37	0.14	0.09	0.20	0.13
8	เกษตรกรรม	ซี	2-6%	0.10	0.65	0.19	0.02	0.25	0.02
9	เกษตรกรรม	ซี	>6%	0.29	1.96	0.26	0.08	0.34	0.10
10	เกษตรกรรม	ดี	0-2%	2.38	16.06	0.18	0.43	0.24	0.57
11	เกษตรกรรม	ดี	2-6%	0.31	2.06	0.23	0.07	0.29	0.09
12	เกษตรกรรม	ดี	>6%	0.12	0.78	0.31	0.04	0.41	0.05
13	ที่อยู่อาศัย	เอ	0-2%	0.06	0.40	0.47	0.03	0.58	0.03
14	ที่อยู่อาศัย	เอ	2-6%	0.08	0.51	0.49	0.04	0.60	0.05
15	ที่อยู่อาศัย	เอ	>6%	0.09	0.60	0.50	0.04	0.61	0.05
16	ที่อยู่อาศัย	บี	0-2%	0.001	0.01	0.48	0.0005	0.59	0.001
17	ที่อยู่อาศัย	บี	2-6%	0.04	0.24	0.50	0.02	0.61	0.02
18	ที่อยู่อาศัย	บี	>6%	0.001	0.01	0.52	0.001	0.64	0.001
19	ที่อยู่อาศัย	ซี	0-2%	0.07	0.47	0.49	0.03	0.60	0.04
20	ที่อยู่อาศัย	ซี	2-6%	0.004	0.03	0.54	0.002	0.66	0.003
21	ที่อยู่อาศัย	ดี	0-2%	0.59	3.98	0.51	0.30	0.62	0.37
22	ที่อยู่อาศัย	ดี	2-6%	0.48	3.24	0.53	0.25	0.64	0.31
23	ที่อยู่อาศัย	ดี	>6%	0.01	0.08	0.56	0.01	0.69	0.01
24	ป่าไม้	เอ	0-2%	0.02	0.12	0.05	0.001	0.11	0.002

ตาราง 28 (ต่อ)

ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	กลุ่มดิน	ความชื้น (%)	ขนาดพื้นที่ (A)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 10 ปี		สัมประสิทธิ์การไหลในรอบการเกิด 25 ปี	
						C_{10}	$C_{10} * A$	C_{25}	$C_{25} * A$
25	ป่าไม้	เอ	2-6%	0.06	0.42	0.10	0.01	0.16	0.01
26	ป่าไม้	เอ	>6%	1.01	6.80	0.14	0.14	0.20	0.20
27	ป่าไม้	บี	0-2%	0.03	0.18	0.08	0.002	0.14	0.004
28	ป่าไม้	บี	2-6%	0.0004	0.003	0.13	0.0001	0.19	0.0001
29	ป่าไม้	บี	>6%	0.12	0.83	0.19	0.02	0.26	0.03
30	ป่าไม้	ซี	0-2%	0.03	0.22	0.12	0.00	0.18	0.01
31	ป่าไม้	ซี	2-6%	0.07	0.45	0.17	0.01	0.23	0.02
32	ป่าไม้	ซี	>6%	0.09	0.61	0.24	0.02	0.32	0.03
33	ป่าไม้	ดี	0-2%	0.62	4.17	0.16	0.10	0.22	0.14
34	ป่าไม้	ดี	2-6%	0.35	2.34	0.21	0.07	0.27	0.09
35	ป่าไม้	ดี	>6%	0.04	0.26	0.28	0.01	0.39	0.01
36	อุตสาหกรรม	ดี	0-2%	0.005	0.03	0.69	0.003	0.86	0.004
รวม				14.84	100	-	2.91	-	3.87
เฉลี่ย C ตามสมการ (4)							0.20		0.26

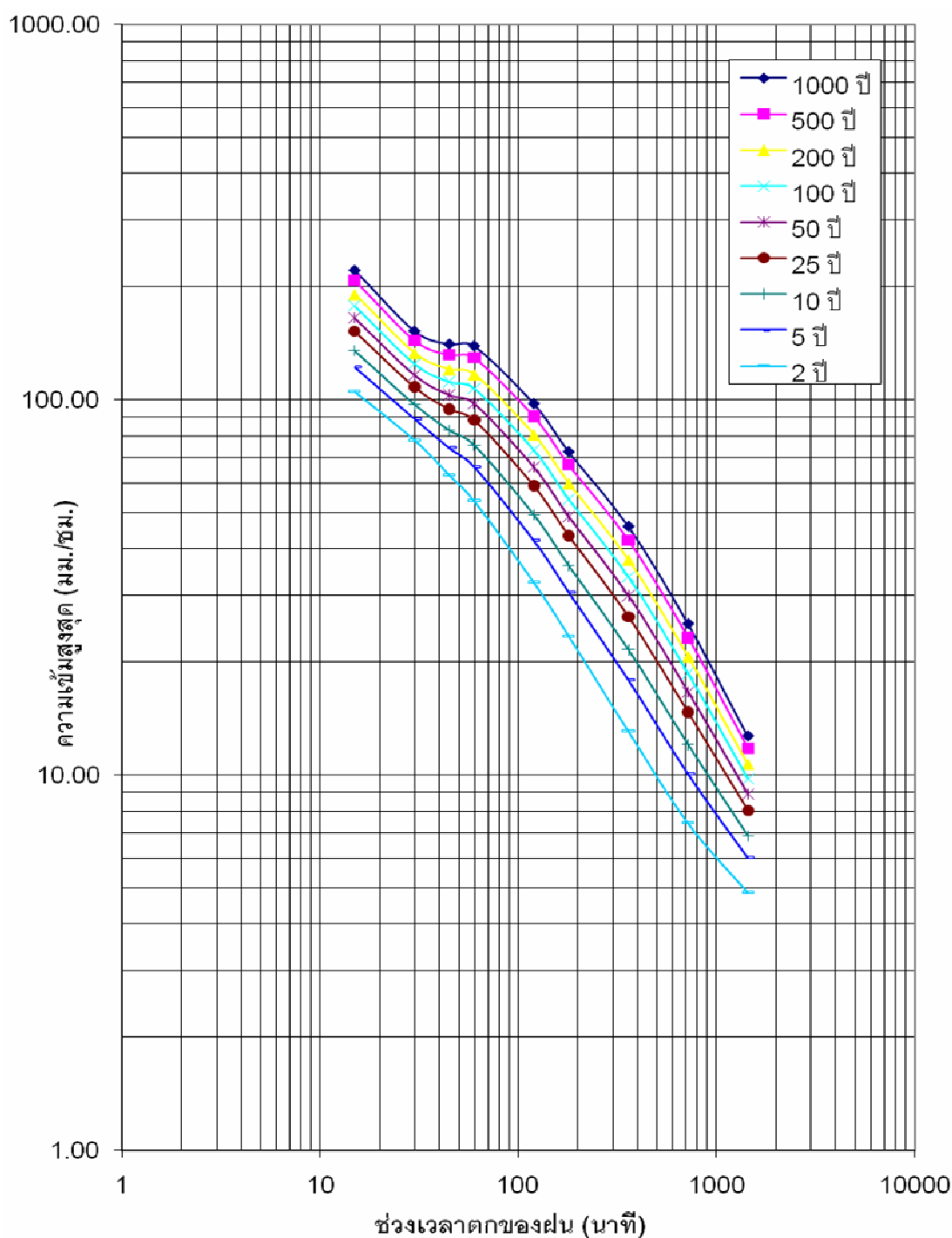
ผลจากการวิเคราะห์สามารถกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง ทั้งในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี และ 25 ปี เพื่อนำไปใช้คำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำท่าสูงสุดของพื้นที่ ได้แก่ รอบการเกิดซ้ำ 10 ปี มีค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินเท่ากับ 0.20 และรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี มีค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดินเท่ากับ 0.26

3.3 การกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) พื้นที่ A3

จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ข้อมูลภูมิประเทศและข้อมูลเส้นทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง สามารถกำหนดค่าระดับความสูงที่แตกต่างกันระหว่างจุดที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดที่ศึกษาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดซึ่งเป็นจุดที่ต่ำสุดของพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลระดับสูงสุดของพื้นที่

ประมาณ 495 เมตร ระดับต่ำสุดของพื้นที่ ประมาณ 0 เมตร เพราะฉะนั้นค่าความสูงต่าง (H) คือ 495 เมตร และความยาวทางน้ำที่ไกลที่สุด คือ 8.66 กิโลเมตร และจากข้อมูลที่ได้นำไปแทนค่าตามสมการ (3) จะได้ค่าของช่วงเวลาทั้งหมดที่น้ำไหลมารวมกัน (T_c) คือ 1.05 ชั่วโมง หรือ 63.14 นาที

เมื่อได้ค่าเวลาทั้งหมดที่น้ำไหลมารวมกัน (T_c) จึงสามารถนำไปกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝนจากกราฟความเข้มปริมาณน้ำฝน (Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves) ของพื้นที่โดยการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดในช่วงเวลาต่างๆ ได้แก่ 15, 30, 45, 60 นาที และ 2, 3, 6, 12, 24 ชั่วโมง จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ ของสถานีอุตุนิยมวิทยาโดยรอบพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดสัมเป้น ซึ่งจากการรวบรวมสถานีและข้อมูลที่มีพบทั้งหมด 4 สถานี ได้แก่ สถานีภูเก็ด สถานีศูนย์ภูเก็ด สถานีเกาะลันตา และสถานีตะกั่วป่า (ภาคผนวก ก) ช่วงเวลาที่มีข้อมูลสามารถนำมาเฉลี่ยคือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 ถึงปี พ.ศ. 2551 แล้วสร้างเป็นกราฟความเข้มปริมาณน้ำฝน (Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves) (ภาพประกอบ 38) เพื่อใช้ในการกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) สำหรับการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด และจากค่าของช่วงเวลาทั้งหมดที่น้ำไหลมารวมกัน (T_c) คือ 1.05 ชั่วโมง หรือ 63.14 นาที สามารถกำหนดค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) ในคาบการเกิดซ้ำรอบ 10 ปี เท่ากับ 73 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และในคาบการเกิดซ้ำรอบ 25 ปี เท่ากับ 86 มิลลิเมตร/ชั่วโมง



ภาพประกอบ 38 กราฟความซึมฝนเฉลี่ยจากสถานีภูเก็ต สถานีศูนย์ภูเก็ต สถานีเกาะลันตา และ สถานีตะกั่วป่า ปี พ.ศ. 2533 ถึง ปี พ.ศ. 2551

3.4 ผลการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดพื้นที่ A3

จากข้อมูลทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์และรวบรวม จึงสามารถนำไปสู่การคำนวณตาม สมการ (2) เพื่อหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Q_p) ที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากพื้นที่รับน้ำลุ่มน้ำคลองท่า

ยาง โดยทำการคำนวณในสองรอบการเกิดซ้ำ ได้แก่ รอบในการเกิดซ้ำ 10 ปี และรอบในการเกิดซ้ำ 25 ปี ซึ่งในการคำนวณของทั้งสองรอบการเกิดซ้ำ มีสิ่งที่แตกต่างกันในการนำมาคำนวณ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) และค่าความชุ่มชื้น (I) ซึ่งสามารถกำหนดได้จากรายละเอียดข้างต้น ดังนั้นจากข้อมูลทั้งหมดสามารถคำนวณได้ผล (ดังแสดงในตาราง 29) ดังนี้

ตาราง 29 ผลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการวิเคราะห์ของพื้นที่ A3

พื้นที่ (A3)	รอบในการเกิดซ้ำ	สัมประสิทธิ์การไหล (C)	ความชุ่มชื้น (I)	$Q_p = 0.278CIA$ (ลบ.ม./วินาที)
14.84 ตารางกิโลเมตร	10 ปี	0.20	73	60.23
	25 ปี	0.26	86	92.25

ผลจากการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองท่ายาง (A3) โดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาปัจจัยทางภูมิศาสตร์เพื่อจำแนกตามค่ากำหนด โดยใช้สมการ Rational Method พบว่าขนาดพื้นที่รับน้ำทั้งหมดเท่ากับ 14.84 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำสูงสุดในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี ที่คำนวณได้มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด 60.23 ลบ.ม./วินาที และในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ที่คำนวณได้มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด 92.25 ลบ.ม./วินาที

4. ผลการเปรียบเทียบข้อมูล

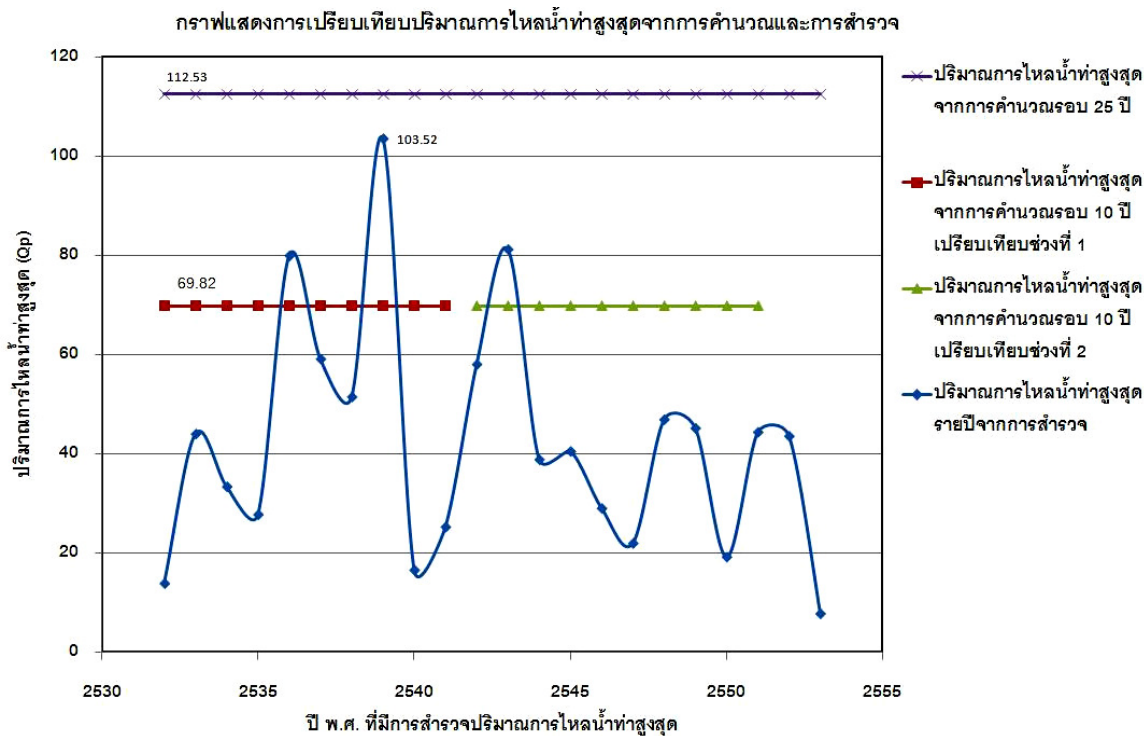
จากผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าสูงสุดโดยการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเข้ามาช่วยวิเคราะห์ปัจจัยทางภูมิศาสตร์หาค่าพารามิเตอร์สำหรับการคำนวณแบบ Rational Method ของทั้ง 3 พื้นที่ศึกษานั้น สามารถหาผลการเปรียบเทียบดังรายละเอียดของแต่ละพื้นที่ดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษา A1

จากข้อมูลทั้งหมดของพื้นที่สามารถนำไปคำนวณหาค่าปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว ดังรายละเอียดตาราง 17 และนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดที่มีการสำรวจโดยกรมชลประทาน ซึ่งจากข้อมูลที่มีการสำรวจและบันทึกไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ถึงปี พ.ศ.2553 รวมทั้งหมด 22 ปี โดยจะใช้ข้อมูลรายวันนำมาเปรียบเทียบ (ภาคผนวก ข) และจากข้อมูลพบว่า มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดที่เกิดขึ้นในวันที่ 9 ธันวาคม 2539 จากข้อมูลที่บันทึกไว้ได้มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด คือ 103.52 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และเนื่องจากข้อมูลมีการบันทึกในระยะยาว กรณีการเปรียบเทียบรอบการเกิดซ้ำในระยะเวลา 10 ปี จึงมีการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วงการเปรียบเทียบ ช่วงละ 10 ปี ส่วนรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี สามารถนำมาเปรียบเทียบได้เลย เนื่องจากระยะเวลาใกล้เคียงกัน เพื่อหาความแตกต่างและความถูกต้องเหมาะสม ให้รายละเอียดดังต่อไปนี้ (ดังแสดงในตาราง 30) และเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนจึงนำเสนอการเปรียบเทียบในรูปแบบของกราฟข้อมูล (ภาพประกอบ 39)

ตาราง 30 เปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการคำนวณกับข้อมูลการสำรวจพื้นที่ A1

รอบปีที่ใช้ ศึกษา	ที่มาของข้อมูล	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาณการไหลน้ำท่า สูงสุด (Qp) (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	ผลต่าง (%) จากค่า สำรวจจริง
รอบการเกิดซ้ำ 10 ปี	GIS & Rational	23	69.82	=32.55%
	ช่วงที่ 1 สำรวจ 10 ปี (2532-2541)	25	103.52	
	ช่วงที่ 2 สำรวจ 10 ปี (2542-2551)	25	81.20	=14.01%
รอบการเกิดซ้ำ 25 ปี	GIS & Rational	23	112.53	=8.71%
	สำรวจ 22 ปี (2532-2553)	25	103.52	



ภาพประกอบ 39 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดจากการคำนวณในรอบ 10 ปี และ 25 ปี กับปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดรายปีจากการสำรวจพื้นที่ A1

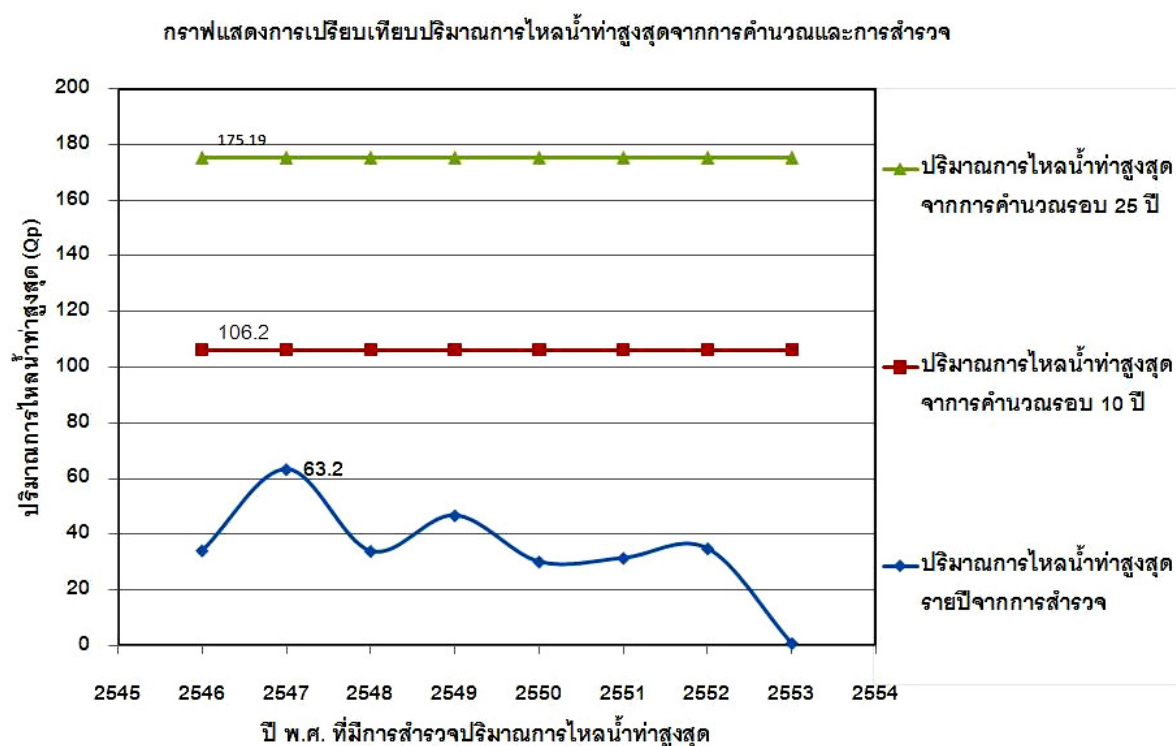
ผลการศึกษาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) ในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจโดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง พบว่าปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดช่วงที่ 1 พ.ศ. 2532 – พ.ศ. 2541 เมื่อเปรียบเทียบแล้วค่าจากการคำนวณน้อยกว่าค่าจากการสำรวจ 32.55 % ส่วนช่วงที่ 2 พ.ศ. 2542 – พ.ศ. 2551 เมื่อเปรียบเทียบแล้วค่าจากการคำนวณน้อยกว่าค่าจากการสำรวจ 14.01% การคำนวณในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจทั้ง 22 ปี พบว่าค่าจากการคำนวณมากกว่าค่าจากการสำรวจ 8.71 % เมื่อนำมาเปรียบเทียบแล้วจะเห็นได้ว่าค่าจากการคำนวณรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี มีปริมาณที่ใกล้เคียงกับค่าจากการสำรวจจริงมากที่สุด ส่วนการคำนวณรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี มีปริมาณที่แตกต่างจากค่าที่วัดจริงมากกว่ารอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ในการเปรียบเทียบนั้นจะเน้นเฉพาะค่าปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากการคำนวณกับค่าที่เกิดขึ้นจริง และในกราฟแสดงให้เห็นถึงโอกาสที่จะเกิดปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดในรอบ 10 ปี และ 25 ปี ซึ่งมีค่าสูงสุดเพียงค่าเดียวและมีโอกาสเกิดขึ้นในช่วงนั้นๆ

4.2 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษา A2

จากข้อมูลทั้งหมดของพื้นที่ที่สามารถนำไปคำนวณหาค่าปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น ดังรายละเอียดตาราง 23 และนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดที่มีการสำรวจโดยกรมชลประทาน ซึ่งจากข้อมูลที่มีการสำรวจและบันทึกไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ถึงปี พ.ศ.2553 รวมทั้งหมด 8 ปี โดยจะใช้ข้อมูลรายวันนำมาเปรียบเทียบ (ภาคผนวก ข) และจากข้อมูลพบว่า มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงที่สุดเกิดขึ้นในวันที่ 22 สิงหาคม 2547 จากข้อมูลที่บ้านทีกไวก่ได้มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด คือ 63.20 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ดังนั้นเมื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบให้เห็นถึงความแตกต่างและความถูกต้องเหมาะสม ให้รายละเอียดดังต่อไปนี้ (ดังแสดงในตาราง 31) และเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนจึงนำเสนอการเปรียบเทียบในรูปแบบของกราฟข้อมูล (ภาพประกอบ 40)

ตาราง 31 เปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการคำนวณกับข้อมูลการสำรวจพื้นที่ A2

รอบปีที่ใช้ ศึกษา	ที่มาของข้อมูล	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาณการไหลน้ำท่า สูงสุด (Qp) (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	ผลต่าง (%) จากค่า สำรวจจริง
รอบการเกิดซ้ำ 10 ปี	GIS & Rational	24.79	106.20	=68.04%
	ข้อมูลสำรวจ 8 ปี (2546–2553)	23	63.20	
รอบการเกิดซ้ำ 25 ปี	GIS & Rational	24.79	175.19	=177.02%
	ข้อมูลสำรวจ 8 ปี (2546–2553)	23	63.20	



ภาพประกอบ 40 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดจากการคำนวณในรอบ 10 ปี และ 25 ปี กับปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดรายปีจากการสำรวจพื้นที่ A2

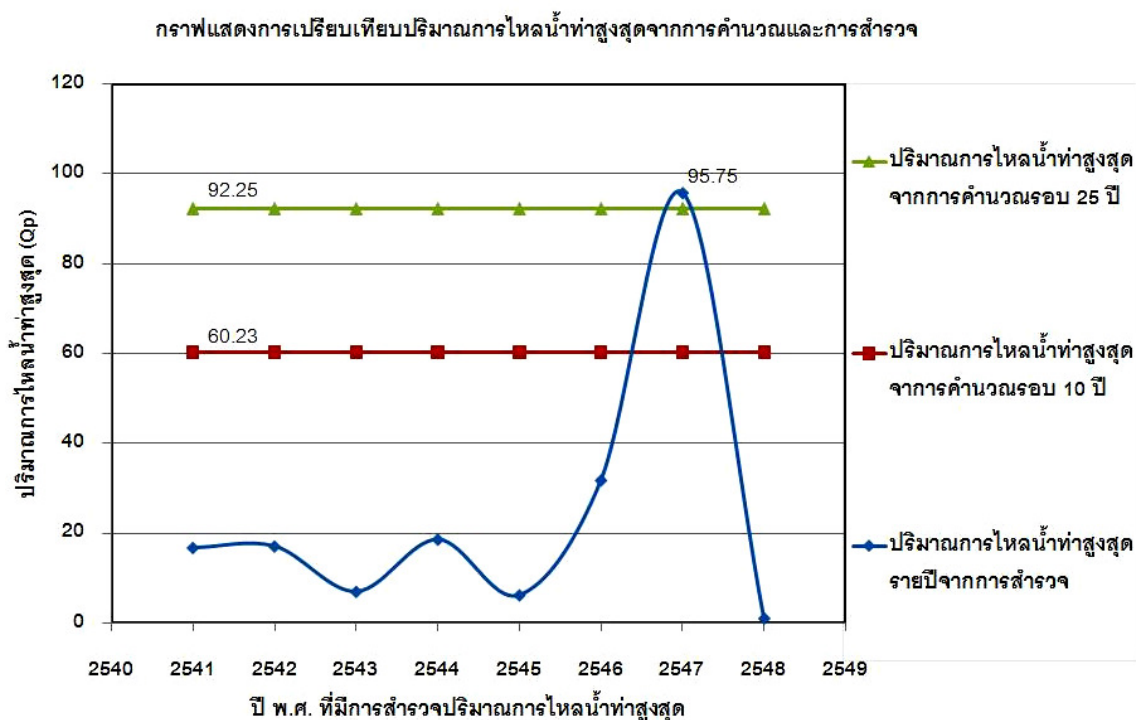
ผลการศึกษาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Q_p) ของพื้นที่ A2 พบว่าในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี เมื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจ 8 ปี พบว่าค่าจากการคำนวณมากกว่าค่าจากการสำรวจ 68.04% ส่วนการคำนวณในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจเพียง 8 ปี เนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างจำกัด พบว่าค่าจากการคำนวณมากกว่าค่าจากการสำรวจ 177.20 % เมื่อนำมาเปรียบเทียบแล้วจะเห็นได้ว่าการคำนวณรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี มีปริมาณที่ใกล้เคียงกับค่าจากการสำรวจมากกว่า ส่วนการคำนวณรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ที่ได้ให้ปริมาณที่มากกว่าเกือบ 3 เท่า

4.3 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษา A3

จากข้อมูลทั้งหมดของพื้นที่ที่สามารถนำไปคำนวณหาค่าปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่ายาง ดังรายละเอียดตาราง 29 และนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดที่มีการสำรวจโดยกรมชลประทาน ซึ่งจากข้อมูลที่มีการสำรวจและบันทึกไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ถึงปี พ.ศ.2548 รวมทั้งหมด 8 ปี โดยจะใช้ข้อมูลรายวันนำมาเปรียบเทียบ (ภาคผนวก ข) และจากข้อมูลพบว่า มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงที่สุดเกิดขึ้นในวันที่ 10 ตุลาคม 2547 จากข้อมูลที่บันทึกไว้ได้มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด คือ 95.75 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ดังนั้นเมื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบให้เห็นถึงความแตกต่างและความถูกต้องเหมาะสม ให้รายละเอียดดังต่อไปนี้ (ดังแสดงในตาราง 32) และเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนจึงนำเสนอการเปรียบเทียบในรูปแบบของกราฟข้อมูล (ภาพประกอบ 41)

ตาราง 32 เปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการคำนวณกับข้อมูลการสำรวจพื้นที่ A3

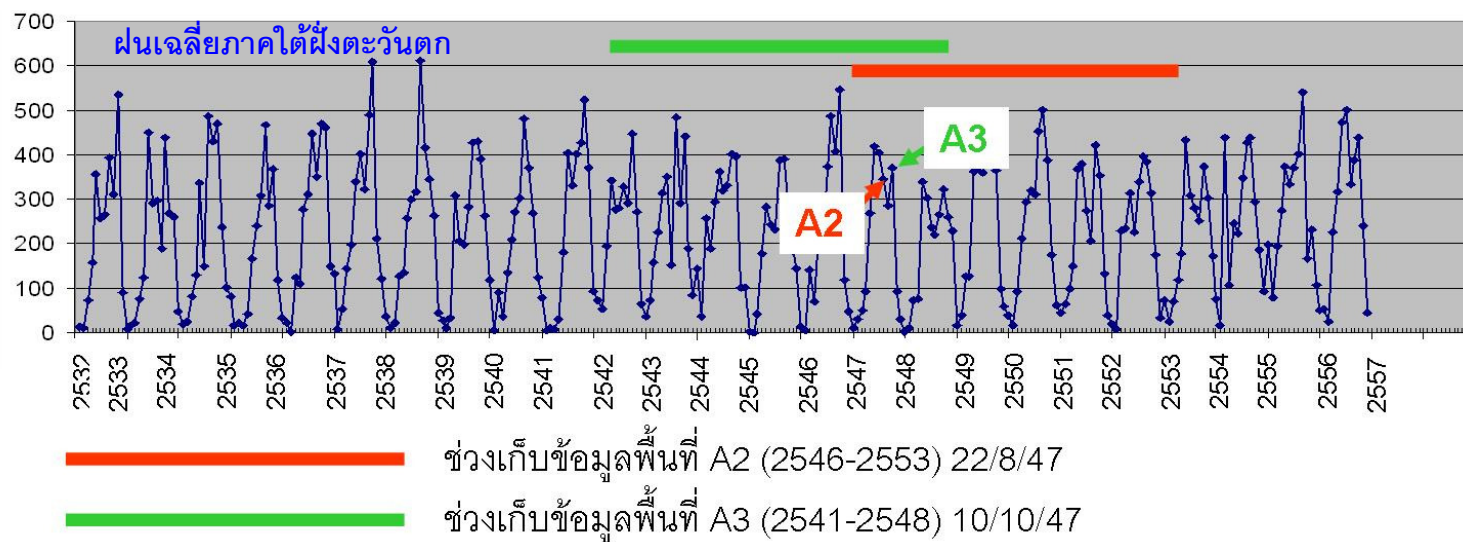
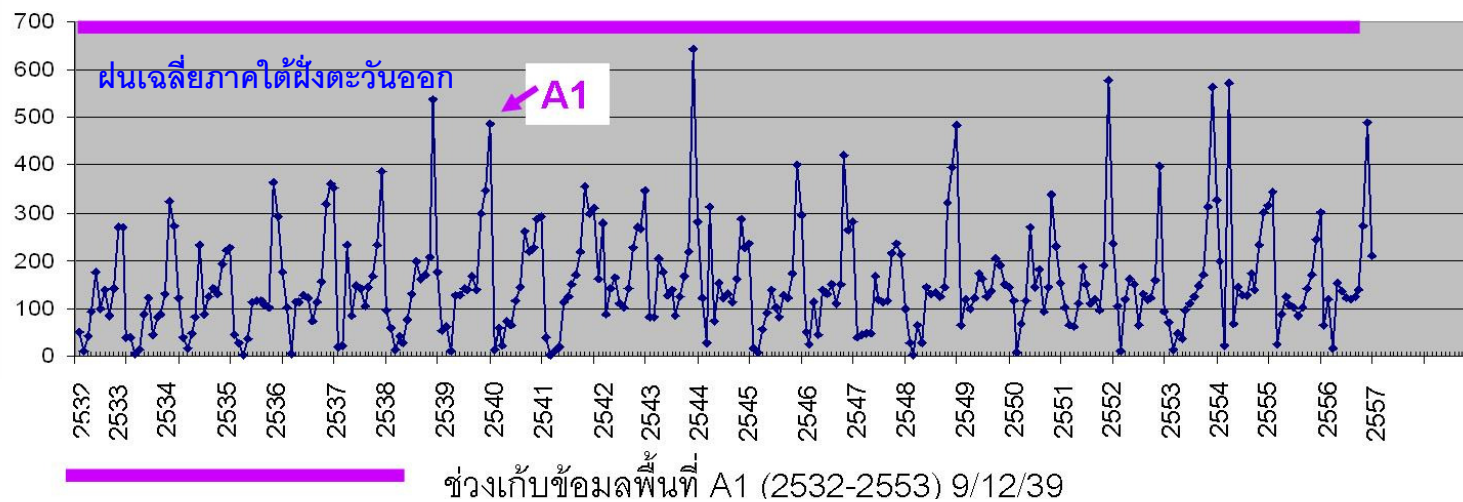
รอบปีที่ใช้ ศึกษา	ที่มาของข้อมูล	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาณการไหลน้ำท่า สูงสุด (Qp) (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	ผลต่าง (%) จากค่า สำรวจจริง
รอบการเกิดซ้ำ 10 ปี	GIS & Rational	14.84	60.23	=37.10%
	ข้อมูลสำรวจ 8 ปี (2541-2548)	15	95.75	
รอบการเกิดซ้ำ 25 ปี	GIS & Rational	14.84	92.25	=3.66%
	ข้อมูลสำรวจ 8 ปี (2541-2548)	15	95.75	



ภาพประกอบ 41 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดจากการคำนวณในรอบ 10 ปี และ 25 ปี กับปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดรายปีจากการสำรวจพื้นที่ A3

ผลการศึกษาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) ของพื้นที่ A3 พบว่าในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี เมื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจ 8 ปี เปรียบเทียบแล้วค่าจากการคำนวณน้อยกว่าค่าจากการสำรวจ 37.10 % ส่วนการคำนวณในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจเพียง 8 ปี เนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลมีจำกัด พบว่าค่าจากการคำนวณน้อยกว่าค่าจากการสำรวจ 3.66 % เมื่อนำมาเปรียบเทียบแล้วจะเห็นได้ว่าการคำนวณรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี มีปริมาณที่ใกล้เคียงกับค่าจากการสำรวจมากกว่า ส่วนการคำนวณรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี ที่ได้ให้ปริมาณที่น้อยกว่ามากเกินไป

ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลของพื้นที่ทั้ง 3 ได้แสดงโดยกราฟ (ภาพประกอบ 42) เปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลที่มีปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก เพื่อประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพประกอบ 42 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกับช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอ้ายเขียว จังหวัดนครศรีธรรมราช ลุ่มน้ำคลองหาดส้มแป้น จังหวัดระนอง และลุ่มน้ำคลองท่ายาง จังหวัดภูเก็ต
2. เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการคำนวณพื้นที่รับน้ำด้วยวิธี Rational Method กับปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดที่ทำการตรวจวัดจริง

สมมติฐานในการวิจัย

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษารูปแบบการคำนวณปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่รับน้ำร่วมกับวิธี Rational Method

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูล ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model; DEM) แผนที่และตำแหน่งสถานีสำรวจอุทกวิทยา ปริมาณน้ำท่ารายวันประจำสถานีสำรวจอุทกวิทยา ความเข้มปริมาณน้ำฝน การใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มชุดดิน เส้นทางคมนาคม เส้นทางน้ำทั่วประเทศไทย ขอบเขตการปกครอง เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำสูงสุด และค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (Runoff Coefficient, C)

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ เครื่องกวาดภาพ เครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และโปรแกรม ArcGIS (ArcHydroTools)

การรวบรวมข้อมูล โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ตามข้อมูลที่ต้องใช้วิเคราะห์ปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ ขนาดและขอบเขตของพื้นที่รับน้ำ ความชันของพื้นที่ ชุดกลุ่มดิน ปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความเข้มปริมาณน้ำฝน ความยาวทางน้ำ ความสูงระหว่างต้นน้ำและท้ายน้ำ และข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่ารายวัน โดยเลือกใช้ค่าปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด

การจัดทำข้อมูลโดยการจัดสร้างชั้นข้อมูลดิจิทัลบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษาในระบบพิกัด UTM_WGS 84 Zone 47N จากนั้นทำการเลือกพื้นที่รับน้ำที่มีขนาดไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร จากกรมชลประทาน ใช้พิกัดตำแหน่งของสถานีสำรวจอุทกวิทยาเพื่อสร้างขอบเขตและ

ขนาดของพื้นที่รับน้ำทั้งหมดของแต่ละพื้นที่ แล้วศึกษาปัจจัยด้านภูมิศาสตร์ต่างๆ ในพื้นที่รับน้ำเพื่อนำไปสู่การกำหนดค่าพารามิเตอร์ ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (QP)

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ได้จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาการคำนวณแบบ Rational method ในพื้นที่ศึกษา กับข้อมูลจากกรมชลประทาน คือ ข้อมูลปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำท่าประจำสถานีสำรวจทุกวิทยา เป็นข้อมูลที่สำรวจและมีการบันทึกจากทั้ง 3 พื้นที่ เปรียบเทียบโดยการตรวจสอบความถูกต้องใกล้เคียงระหว่างค่าที่ได้จากกระบวนการและวิธีการศึกษากับค่าจากการสำรวจ และสรุปผล

สรุปผลการวิจัย

จากผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด ในพื้นที่รับน้ำแสดงให้เห็นว่าสามารถช่วยในการกำหนดขอบเขต ขนาดของพื้นที่รับน้ำ (A) นั้นทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะดวก และมีความแม่นยำเพิ่มขึ้น ช่วยในกระบวนการวางแผนตัดสินใจเลือกเส้นขอบเขตพื้นที่บริเวณที่มีเส้นสันปันน้ำไม่ชัดเจนได้เป็นอย่างดี ด้วยฟังก์ชัน Arc Hydro Tools อีกทั้งสามารถช่วยจำแนกข้อมูลปัจจัยด้านภูมิศาสตร์ที่มีความซับซ้อนในพื้นที่ให้สามารถมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจน ถึงความสอดคล้องหรือขัดแย้งระหว่างข้อมูลต่างๆ ของพื้นที่ สามารถจำแนกพื้นที่ได้เป็นหมวดหมู่ในการกำหนดค่าในแต่ละพื้นที่ย่อยแล้วนำไปกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำ (C) ของพื้นที่ทั้งหมดได้อย่างน่าเชื่อถือทำให้ผลที่ได้ออกมาใกล้เคียงกับค่าจริง นอกจากนั้นการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศยังช่วยในการกำหนดสถานีน้ำฝนที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาได้อย่างถูกต้อง และช่วยสนับสนุนการหาข้อมูลต่างๆ ในการกำหนดค่าความเข้มข้น (I) ได้อย่างรวดเร็ว และชัดเจนมากขึ้น เช่นหาความยาวทางน้ำได้เร็วขึ้น หาจุดต่ำสุด-สูงสุดของพื้นที่รับน้ำได้ง่ายขึ้น

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาการคำนวณพื้นที่รับน้ำแบบ Rational Method กับปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากการสำรวจ สรุปผลการศึกษา ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) ในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 ได้แก่ พื้นที่ A1 (ช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2) พื้นที่ A2 และพื้นที่ A3 ให้ผลความแตกต่างระหว่างค่าจากการคำนวณคิดเป็นร้อยละโดยยึดจากค่าการสำรวจ คือ พื้นที่ A1 ช่วงที่ 1 การคำนวณให้ผลที่น้อยกว่าการสำรวจร้อยละ 32.55 พื้นที่ A1 ช่วงที่ 2 การคำนวณให้ผลที่น้อยกว่าการสำรวจร้อยละ 14.01 พื้นที่ A2 การคำนวณให้ผลที่มากกว่าการสำรวจร้อยละ 68.04 และพื้นที่ A3 การคำนวณให้ผลที่น้อยกว่าการสำรวจร้อยละ 37.10

2. ผลการเปรียบเทียบปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) ในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 ได้แก่ พื้นที่ A1 พื้นที่ A2 และพื้นที่ A3 ให้ผลความแตกต่างระหว่างค่าจากการคำนวณคิดเป็นร้อยละโดยยึดจากค่าการสำรวจ คือ พื้นที่ A1 การคำนวณให้ผลที่มากกว่าการสำรวจร้อยละ 8.71 พื้นที่ A2 การคำนวณให้ผลที่มากกว่าการสำรวจร้อยละ 177.02 และพื้นที่ A3 การคำนวณให้ผลที่น้อยกว่าการสำรวจร้อยละ 3.66

จากการเปรียบเทียบทั้ง 3 พื้นที่แสดงให้เห็นว่าการคำนวณในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ที่นำมาใช้ในการศึกษาให้ค่าความแตกต่างน้อยที่สุดในพื้นที่ศึกษาที่ 1 และ 2 ดังนั้นการคำนวณในรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี มาใช้จึงมีความเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อช่วยในการหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ทั้งนี้ในการนำไปใช้เพื่อศึกษาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) ในพื้นที่อื่นๆ เพื่อใช้ข้อมูลสำหรับการออกแบบอาคารระบายน้ำหรือโครงการระบายน้ำต่างๆ ซึ่งต้องทราบปริมาณน้ำท่าสูงสุด โดยสามารถนำแนวทางการศึกษาวิเคราะห์ ไปใช้ศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงได้อย่างถูกต้องตามหลักการและทฤษฎีที่มีการยอมรับ และเป็นวิธีทางเลือกที่สามารถช่วยศึกษาข้อมูลสำหรับวิศวกรหรือนักออกแบบอื่นๆ ที่ต้องการข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบ และสามารถให้ข้อมูลที่เป็นทั้งตัวเลขที่สามารถนำไปใช้ได้จริงและข้อมูลในรูปแบบแผนที่สำหรับการนำเสนอข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

จากสรุปผลการวิจัยสามารถตอบใจพทย์สมมติฐานได้ว่า การวิเคราะห์หาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากพื้นที่รับน้ำด้วยวิธี Rational Method สามารถนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยให้การศึกษามีความแม่นยำเชิงพื้นที่มากขึ้น สะดวกรวดเร็ว และผลที่ได้มีความสอดคล้องใกล้เคียงค่าจากการสำรวจจริง

การอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) จากพื้นที่รับน้ำของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์พื้นที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์ขอบเขตและขนาดพื้นที่รับน้ำ (A) โดยการนำแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) เข้ามาช่วยในการหาขอบเขตพบว่า ผลที่ได้มีความสอดคล้องกับข้อมูลจากกรมชลประทาน ซึ่งไม่ได้แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง เมื่อตรวจสอบความถูกต้องกับแผนที่ภูมิประเทศปรากฏว่าเส้นขอบเขตลากตามเส้นสันปันน้ำอย่างเหมาะสม ถือว่าเป็นการช่วยประหยัดเวลาในขั้นตอนการวิเคราะห์หาขอบเขตของพื้นที่รับน้ำนั้นๆ ได้รวดเร็วกว่าวิธีเดิมที่สร้างโดยใช้เพียงแค่แผนที่ภูมิประเทศและ

ลากเส้นตามสันเขาที่มีความยุ่งยากมากในบริเวณที่มีความซับซ้อน การใช้ข้อมูล DEM เข้ามาช่วยจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีในปัจจุบัน

2. การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) พบว่า ทั้งข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและความชันสามารถจำแนกได้อย่างชัดเจน เว้นแต่การจำแนกข้อมูลชุดดินที่ยังพบอุปสรรค คือ จากการสำรวจดินของกรมพัฒนาที่ดินทั้ง 3 พื้นที่ในส่วนของกลุ่มดิน 62 และ NP ระบุไว้ว่าเป็นพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ลักษณะเนื้อดินขึ้นอยู่กับชนิดหินต้นกำเนิดและเป็นพื้นที่อุทยานแห่งชาติ เป็นข้อมูลที่ไม่ได้ระบุถึงลักษณะทางกายภาพของดิน และระดับความสามารถในการระบายน้ำ ทำให้ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ จึงจำเป็นต้องนำข้อมูลทางด้านธรณีวิทยาเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่ธรณีวิทยา เพื่อระบุชนิดหินบริเวณพื้นที่ศึกษา รวมถึงข้อมูลคุณสมบัติการผุพังของหินแต่ละชนิด ถึงการผุแล้วกำเนิดดินชนิดใดจากกรมทรัพยากรธรณี นอกจากนั้นยังต้องนำข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินต่างๆ โดยกรมพัฒนาที่ดิน เข้ามาวิเคราะห์ความสามารถในการระบายน้ำของเนื้อดินพื้นที่ศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบสมบูรณ์ในการนำไปวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผิวดิน (C) ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

3. การวิเคราะห์ค่าความเข้มปริมาณน้ำฝน (I) สามารถนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเข้ามาช่วยกำหนดสถานีอุตุนิยมวิทยา เพื่อที่จะเลือกข้อมูลฝนมาเฉลี่ยให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมของทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา นอกจากนี้การกำหนดค่าความสูงต่าง (H) และความยาวเส้นทางน้ำ (L) ก็สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ตรงจุดเพราะข้อมูล DEM สามารถให้ค่าความสูงในบริเวณนั้นได้ ดีกว่าการคาดเดาหรือประมาณจากแผนที่ภูมิประเทศในบริเวณที่ไม่มีเส้นชั้นความสูง หรืออยู่ระหว่างเส้นซึ่งยากต่อการตัดสินใจ

4. ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลทางเลือกเพื่อใช้ในการออกแบบและกำหนดขนาดช่องเปิดของอาคารระบายน้ำแบบต่างๆ ได้ในพื้นที่ศึกษา โดยการใช้ผลที่ได้จากรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ของทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา เพื่อบำหนดหาขนาดช่องเปิดของอาคารระบายน้ำที่เหมาะสมในพื้นที่ศึกษา

5. ผลการเปรียบเทียบข้อมูลพื้นที่ A1 และพื้นที่ A3 ให้ผลที่สอดคล้องและใกล้เคียงค่าจากการสำรวจ ยกเว้นพื้นที่ศึกษา A2 พบว่ามีความแตกต่างสูงมากทั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องจากมีช่วงการสำรวจในระยะเวลาที่สั้น ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบมีไม่เพียงพอ ทำให้ข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบแตกต่างกันมาก ซึ่งต่างจากพื้นที่ A3 ที่มีช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลเท่ากันคือ 8 ปี แต่ให้ข้อมูลสอดคล้องมากกว่า

ข้อเสนอแนะ

1. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อช่วยวิเคราะห์หาปริมาณการไหลน้ำท่าสูงสุด (Qp) ในครั้งนี้ได้มีการนำเอาข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) มาใช้เพื่อกำหนดขอบเขตและขนาดของพื้นที่รับน้ำ รวมถึงการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อสร้างแผนที่ในการนำเสนอในรูปแบบที่มองเห็นได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างจากวิธีเดิมที่ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้เคยศึกษาไว้

2. การวิเคราะห์เพื่อจำแนกกลุ่มดินในกรณีที่ไม่มีการระบุความสามารถในการระบายน้ำของกลุ่มดินนั้นๆ ควรมีการทดสอบอัตราการระบายน้ำของดินในสนามเบื้องต้น หรือเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาทดสอบยังห้องปฏิบัติการ เพื่อให้การจำแนกกลุ่มดินมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และยังช่วยในการตัดสินใจในกรณีที่ไม่ทราบถึงลักษณะชุดดินและข้อมูลทางธรณีวิทยาของพื้นที่อื่นๆ

3. การวิเคราะห์ความหนาแน่นของชุมชนที่อยู่อาศัย อาจจะต้องใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ในการคำนวณจำนวนหลังคาเรือนต่อขนาดพื้นที่ ในกรณีที่ไม่ทราบจำนวนครัวเรือนของพื้นที่นั้นๆ

4. การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินจำเป็นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการจำแนก เช่น กรณีที่อยู่อาศัย ในบางกรณีที่มีการอยู่อาศัยตามพื้นที่เกษตรกรรม เช่น พื้นที่นา ไร่ และกระจายอยู่ตามพื้นที่ของตนเองนั้นจำเป็นต้องวิเคราะห์ให้มีความสำคัญกับการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ในส่วนรวมคือการเกษตรกรรม หรือกรณีทางหลวงพิเศษ จะต้องศึกษาความสามารถของระบบระบายน้ำบริเวณถนนถึงความต่อเนื่องโดยตลอดของน้ำจากถนนถึงคลองหลักโดยท่อส่งหรือรางระบายน้ำ จะต้องไม่มีการไหลบ่าลงข้างถนนหรือปล่อยไปตามสภาพพื้นที่

5. การวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ พื้นที่ศึกษา A1 มีข้อมูลจากการสำรวจและถูกบันทึกไว้ได้ทั้งหมด 22 ปี แม้จะไม่ครบ 25 ปี แต่เป็นข้อมูลที่มากพอสำหรับการนำมาเปรียบเทียบซึ่งแตกต่างจาก 2 พื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ A2 และ A3 ที่มีการสำรวจและบันทึกไว้เพียง 8 ปี ซึ่งเหมาะสมในการใช้เปรียบเทียบในรอบการเกิดซ้ำ 10 ปี แต่นำมาเปรียบเทียบกับรอบการเกิดซ้ำ 25 ปี เนื่องจากมีข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่าค่อนข้างสูงที่เกิดขึ้นในช่วงการสำรวจนั้น

6. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการนำเอาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ในการศึกษา จัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ตรวจสอบ และเปรียบเทียบ ข้อมูลทางสถิติการตรวจวัดจริงในอดีต ดังนั้นจึงควรทำการศึกษากับพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กอื่นๆ ที่ยังไม่มี การสำรวจปริมาณน้ำท่า แล้วเปรียบเทียบผลในช่วงฤดูฝนหรือในช่วงมีพายุ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในภายภาคหน้า เพื่อปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ให้เหมาะสมมากขึ้นต่อไป



บรรณานุกรม

- กรมการปกครอง. (2547). รายงานสถิติจำนวนประชากรและบ้าน รายงานจังหวัด รายอำเภอ และรายตำบล ณ. มิถุนายน พ.ศ. 2547 จังหวัดระนอง. สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2556, จาก www.rno.moph.go.th/concenter/html/pop2547.xls.
- (2554). จำนวนครัวเรือนรายหมู่บ้าน ตำบลเทพกระษัตรี. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2556, จาก www.thepkrasattri.go.th/content/content/plan55-57/2.doc.
- (2555). จำนวนครัวเรือนรายหมู่บ้าน ตำบลศรีสุนทร. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2556, จาก <http://www.srisunthon.go.th/download/a002.pdf>.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2519). แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1:250,000 จังหวัด นครศรีธรรมราช. กรุงเทพฯ: กองธรณีวิทยา กรมฯ.
- (2542). แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กองธรณีวิทยา กรมฯ.
- (2550). แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดภูเก็ต. กรุงเทพฯ: สำนักธรณีวิทยา กรมฯ.
- (2550). แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดระนอง. กรุงเทพฯ: สำนักธรณีวิทยา กรมฯ.
- (2556). ความรู้เกี่ยวกับดินถล่ม. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2556, จาก http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm
- กรมชลประทาน. (2546). ลิสต์น้ำท่าทั่วประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมฯ
- (2536). กรรมวิธีจัดการข้อมูลและหลักการวางโครงข่ายสถานีสำรวจอุทกวิทยา. กรุงเทพฯ: กองอุทกวิทยา กรมฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- (2542). คู่มืออุทกวิทยา. กรุงเทพฯ: กรมฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- (2546). โครงการทบทวนและตรวจสอบพื้นที่รับน้ำฝน 25 ลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขาของ ประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- (2555). เครื่องมือวัดกระแสน้ำ. สืบค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2555, จาก http://kromchol.rid.go.th/research/vijai_rid/rde4/index.php?option=com_content&view=article&id=81&Itemid=70.
- กรมทรัพยากรน้ำ. (2554). ระเบียบข้อมูลระบบลุ่มน้ำและเขตการปกครองของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา สำนักส่งเสริมและประสานมวลชน กรมฯ.
- กรมทางหลวง. (2527). คู่มืองานสำรวจและออกแบบ. กรุงเทพฯ: กองสำรวจและออกแบบ กรมฯ กระทรวงคมนาคม.

กรมทางหลวง. (2551). เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง การใช้ระบบภูมิสารสนเทศในงานทาง.

กรุงเทพฯ: กรมฯ กระทรวงคมนาคม.

----- (2555). รายงานการศึกษาพื้นที่รับน้ำบริเวณทางหลวง. กรุงเทพฯ: กรมฯ

กระทรวงคมนาคม

กรมพัฒนาที่ดิน. (2532). แผนการใช้ที่ดินจังหวัดระนอง. กรุงเทพฯ: กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมฯ.

----- (2534). แผนการใช้ที่ดินจังหวัดนครศรีธรรมราช. กรุงเทพฯ: ฝ่ายนโยบายและแผนการใช้ที่ดินที่ 2 กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมฯ.

----- (2542). แผนการใช้ที่ดินลุ่มน้ำสาขาภาคใต้ฝั่งตะวันออกส่วนที่ 4. กรุงเทพฯ:

กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมฯ.

----- (2544). แผนการใช้ที่ดินลุ่มน้ำสาขาภาคใต้ฝั่งตะวันตกส่วนที่ 2. กรุงเทพฯ: กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมฯ.

----- (2553). รายงานสำรวจดินเพื่อการเกษตร จังหวัดนครศรีธรรมราช

มาตราส่วน 1: 25,000. กรุงเทพฯ: สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมฯ.

----- (2553). รายงานสำรวจดินเพื่อการเกษตร จังหวัดภูเก็ต มาตราส่วน 1: 25,000.

กรุงเทพฯ: สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมฯ.

----- (2553). รายงานสำรวจดินเพื่อการเกษตร จังหวัดระนอง มาตราส่วน 1: 25,000.

กรุงเทพฯ: สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมฯ.

----- (2556). สมบัติทางกายภาพ: เนื้อดิน. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2556, จาก

http://osl101.ldd.go.th/easysoils/s_prop_text.htm.

กัญญา ทองฉิม. (2526). วิศวกรรมกรรมทาง 1 พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คณะวิชาโยธา

วิทยาเขตอุเทนถวาย.

กิตติยา เกียรติจินการ. (2551). การประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำสาขาที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าในลุ่ม-

น้ำปึงตอนบน. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

แก้วใจ สุวรรณเวช. (2546). ศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำยมตอนบนและตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ:

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จิรพัฒน์ โชติโกกร. (2551). วิศวกรรมกรรมทาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- จุฬาลักษณ์ นีรภาพ. (2555). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตามแนวทาง-
หลวง. เอกสารการนำเสนอ. กรุงเทพฯ: กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.
- ชัยยุทธ ชินณะราศรี. (2550). กลศาสตร์แม่น้ำและกระบวนการธารน้ำ. กรุงเทพฯ: ภาควิชา-
วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ตำบลหาดส้มแป้น. (2555). โครงการพัฒนาชุมชนตำบลหาดส้มแป้น อำเภอเมือง จังหวัดระนอง.
ระนอง: ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลหาดส้มแป้น. สืบค้นเมื่อ
1 มีนาคม 2556, จาก [http://mueang.ranong.doae.go.th/pan/แผนพัฒนาตำบลหาดส้ม-
แป้น.doc](http://mueang.ranong.doae.go.th/pan/แผนพัฒนาตำบลหาดส้มแป้น.doc).
- ตำบลเชิงทะเล. (2556). ข้อมูลทั่วไปตำบลเชิงทะเล. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2556, จาก
<http://www.thaitambon.com/tambon/ttambon.asp?id=830303>.
- ตำบลศรีสุนทร. (2556). ข้อมูลทั่วไปตำบลศรีสุนทร. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2556, จาก
<http://www.thaitambon.com/tambon/ttambon.asp?id=830302>.
- ทวีศักดิ์ ตั้งวรภัทร์. (2546). การพัฒนาแบบจำลองเพื่อออกแบบปริมาณน้ำท่วมและท่อลอดถนน
พร้อมประมาณราคาเบื้องต้น. ปริญญาานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- เทศบาลตำบลทอนหงส์. (2551). รายงานการติดตามและประเมินผลแผนพัฒนาเทศบาลสามปี
(พ.ศ.2551-2553). นครศรีธรรมราช: เทศบาลตำบลทอนหงส์ อำเภอพรหมคีรี จังหวัด
นครศรีธรรมราช. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2556, จาก [http://www.www.thonhongcity.
go.th/datacenter/doc_download/ghi.doc](http://www.www.thonhongcity.go.th/datacenter/doc_download/ghi.doc).
- เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี. (2555). รายงานผลการติดตามและประเมินผลแผนพัฒนาเทศบาล
ตำบลเทพกระษัตรี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555. ภูเก็ต: เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี.
สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2556, จาก [http://www.www.thepcity.go.th/
content/content/2555/2.doc](http://www.www.thepcity.go.th/content/content/2555/2.doc).
- นพดล ประไพตระกูล. (2539). การออกแบบอาคารระบายน้ำ. คู่มือการออกแบบทาง หลักสูตรที่ 1
เล่มที่ 2. กรุงเทพฯ: กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.
- (2545). รายงาน การออกแบบสะพานสำหรับทางหลวง. กรุงเทพฯ:
กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.
- ประกอบ เกียรติินากร; และ ชูชัย สิ้นไชย. (2539, มกราคม-มิถุนายน). การหาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย
จากลักษณะเครือข่ายลำน้ำของกลุ่มน้ำ. วิศวกรรมสาร ม.ช. 23(1): 133-147.

- พรทิพย์ บำรุงกลาง. (2542). การผสมผสานเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล และระบบสารสนเทศ-ภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยในเขตลุ่มน้ำลำพระเพลิง. วท.ม. (การรับรู้จากระยะไกล). นครราชสีมา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. ถ่ายเอกสาร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2552). คู่มือการจัดทำวิทยานิพนธ์และสารนิพนธ์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มานิตชัย กล่าวกิตติกุล. (2539). รายงาน ข้อมูลสำหรับการออกแบบอาคารระบายน้ำ. กรุงเทพฯ: กรมทางหลวง.
- วรรณิ์ พุทธาภูมิไกร. (2549). ภูมิศาสตร์ประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วัลภา ศรีสมศักดิ์. (2555). เอกสารการนำเสนอการจัดทำแผนที่พื้นที่รับน้ำโดยโปรแกรม ArcGIS. กรุงเทพฯ: กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.
- วิชัย เทียนน้อย. (2537). ภูมิศาสตร์กายภาพ เล่ม 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วิชัย ศรีบุญลือ. (2552). อุทกวิทยา. ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิโรจน์ ชัยธรรม. (2528). อุทกวิทยา. ขอนแก่น: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิวัฒน์ เนิงงาม. (2527). การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเพื่อทำนายโอกาสการเกิดน้ำท่วมในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วีระ จินตวร. (2537). รายงาน การออกแบบอาคารระบายน้ำ. กรุงเทพฯ: สำนักทางหลวงที่ 13 กรมทางหลวง.
- วีระพล แต่สมบัติ. (2528). หลักอุทกวิทยา. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: ฟิสิกส์ เซ็นเตอร์ การพิมพ์.
- วีรียา วิทยะ. (2547). การประยุกต์แบบจำลอง Topography base hydrologic Model (TOPMODEL) เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่. ปรินิพนธ์ วท.ม. (วนศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ศราวุธ สากล. (2553). การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองบริหารจัดการน้ำหลากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก. สารนิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริ คูอาริยะกุล. (2545). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบฝึกปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (GIS). เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- ศิริพร ตรีธาร. (2547). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการ
คัดเลือกแนวทางหลวงเบื้องต้น กรณีศึกษา อำเภอปากช่อง ถึง อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัด
นครราชสีมา. ปริญญาโท วท.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาพร โกคา; และคนอื่นๆ. (2551). ข้อพิจารณาเพื่อออกแบบทางและอาคารระบายน้ำในพื้นที่น้ำ
หลากขนาดใหญ่ กรณีศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี ในการสัมมนาวิศวกรรมทางและ
นิทรรศการ ครั้งที่ 3 “Best Practice in Highway Engineering” pp. 731-740. สืบค้นเมื่อ
30 พฤษภาคม 2555, จาก [http://www.sdhabhon.com/Research-Art-
Culture/WaterResource/DOH-2008-Sdhabhon.pdf](http://www.sdhabhon.com/Research-Art-Culture/WaterResource/DOH-2008-Sdhabhon.pdf).
- สายสุนีย์ พุทธาคณเจริญ. (2546). วิศวกรรมอุทกวิทยา. กรุงเทพฯ: ไลบรารี นายนันท์ พับลิชชิ่ง.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2537). โครงการศึกษาศักยภาพของ
การพัฒนาแหล่งน้ำในระดับลุ่มน้ำ สำหรับลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก. กรุงเทพฯ: สำนักฯ.
- (2537). โครงการศึกษาศักยภาพของการพัฒนาแหล่งน้ำในระดับลุ่มน้ำ สำหรับลุ่มน้ำ
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก. กรุงเทพฯ: สำนักฯ.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). ตำราเทคโนโลยี-
อวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.
- สิริรักษ์ อินทรักษา. (2555). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาปริมาณน้ำท่าโดยใช้
แบบจำลองทางอุทกวิทยา (SWAT) กรณีศึกษา: ลุ่มน้ำแม่จาง จังหวัดลำปาง. ปริญญา-
โท วท.ม. (เทคโนโลยีภูมิศาสตร์). ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
ถ่ายเอกสาร.
- สืบศักดิ์ พรหมบุญ; และ สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ. (2554). มหันตภัยน้ำท่วม 2554 และแนวทางการ-
ตรวจสอบบ้านหลังน้ำท่วม. กรุงเทพฯ: บิ๊ก ครีเอท.
- สุเทพ ดิสงคทรัพย์; และ เคนซากุ ทาเคดะ. (2521). คู่มืออุทกวิทยาสำหรับงานชลประทาน. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุทธิ พรธนาผลากุล. (2548). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาอิทธิพลของ
ลักษณะทางภูมิกายภาพของลุ่มน้ำต่อลักษณะทางการไหลของน้ำในลำธารภาคตะวันออก
ของประเทศไทย. ปริญญาโท วท.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุเพชร จิรัชจรกุล. (2552). เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1.
นนทบุรี: เอส. อาร์. พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์.

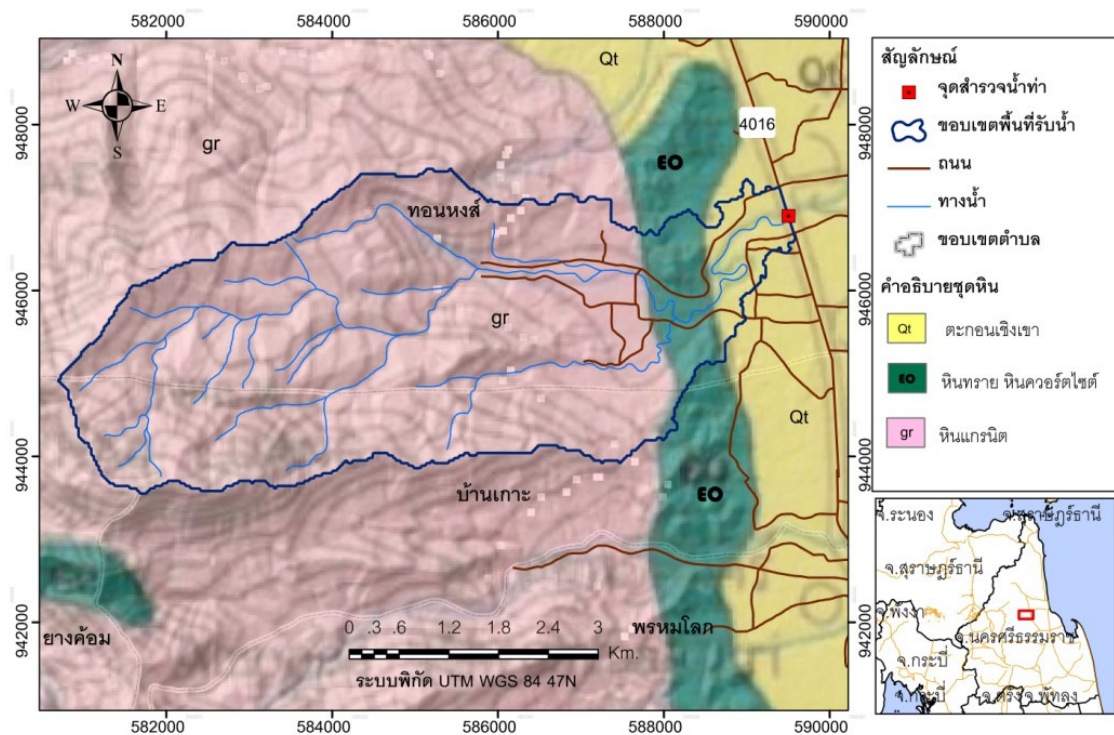
- องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะ. (2556). ข้อมูลพื้นฐานตำบลบ้านเกาะ. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2556, จาก <http://www.bankoh.go.th/general1.php>.
- อนุชิต รัตนสุวรรณ. (2544). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลในการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วนศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหนอ. (2530). ธรณีฐานฐานวิทยา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- อัศวิน กรรณสูตร; และ วีระ เรืองสุขศรีวงศ์. (2535, มิถุนายน) วิชาการ การออกแบบงานระบายน้ำของทางหลวง. วารสารทางหลวง. (29)6: 11-16.
- อิศเรศ กะการดี; และ เอกสิทธิ์ ไชยดีสกุลชัย. (2555). การหาทิศทางทางไหลและขอบเขตลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มด้วยข้อมูล DEM. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17. อุดรธานี.
- เอกวิชัย วีระพันธ์. (2539). รายงาน ปัญหาที่ท่วมชุมชนกับถนนกรมทางหลวงและแนวทางการแก้ไขป้องกัน. กรุงเทพฯ: สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง.
- เอนก สงสระบุญ. (2552). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ C , I และ A สำหรับคำนวณหาปริมาณน้ำหลากสูงสุด เพื่อสนับสนุนการออกแบบอาคารระบายน้ำของทางหลวง: กรณีศึกษาโครงการทางหลวงหมายเลข 4006 สายระนอง-หลังสวน. วศ.ม. (วิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- Bedient, Philip B.; & Huber, Wayne C. (1992). *Hydrology and Flood plain Analysis* Second Edition. Florida: Addison – Wesley Publishing Company.
- Calijuri, M. L.; et al. (1999). Application of Geographic Information System in watershed management In Proceeding of the Civil and Environmental Engineering Conference *New Frontiers & Challenges* 5(2): IV~1 – IV~14.
- Calitz, Johannes Pieter. (2011). *Development and Assessment of a Refined Probabilistic. Kwazulu-Natal: University of Kwazulu-Natal, South Africa*. Retrieved September 26, 2012, from http://efwe.ukzn.ac.za/libraries/ResearchSeminars/Calitz_JP.sflb.ashx.
- Chen, Wai Fah.; & Duan, Lian. (2003). *Bridge Engineering Substructure Design*. Florida: CRC Press LLC.

- Dahlhaus Environmental Geology Pty Ltd. (2004). *Runoff Estimation Winchelsea-Inverleigh Project area. Water for Growth project*. Retrieved December 2, 2012, from http://ccmaknowledgebase.vic.gov.au/resources/w4g_report_sfs_04_01.pdf.
- De Roo, A.P.J. (1999). *Modeling runoff and sediment transport in catchment using GIS* In Hydrological Application of GIS. pp 103-122.
- Farraday, R.V.; & Charlton, F.G. (1983). *Hydraulic Factors in bridge design*. London: Hydraulics Station Limited.
- Hoyt, William G. & Langbein, Walter B. (1995). *Floods*. New Jersey: Princeton University Press.
- Martz, L.W.; & Garbrecht, J. (1999). *The Treatment of flat area and depressions in automated drainage analysis of raster digital elevation models* In Hydrological Application of GIS. pp 23-35.
- Spencer, Jame L. (1987). *Highway Drainage Guidelines*. Washington DC: American Association of State Highway and Transportation Official, Inc.
- Storck, P.; et al. (1999). *Application of a GIS – Based distributed hydrology model for prediction of forest harvest effects on peak stream flow in the Pacific Northwest* In Hydrological Applications of GIS. pp.69-84.
- Strahler, A.L.; & Strahler, A.T. (2005). *Introducing Physical Geography*, Third Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Ward, Andy D.; & Elliot, William J. (1995). *Environmental Hydrology*. Florida: CRC Press, Inc.

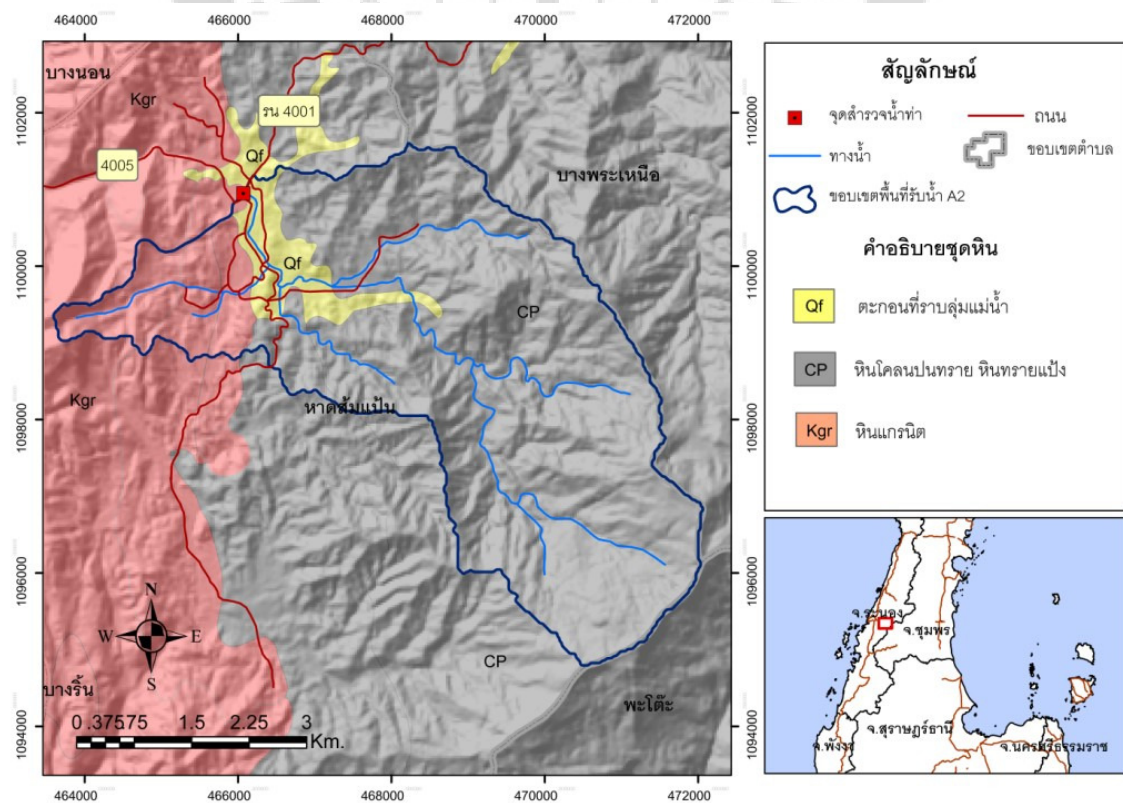




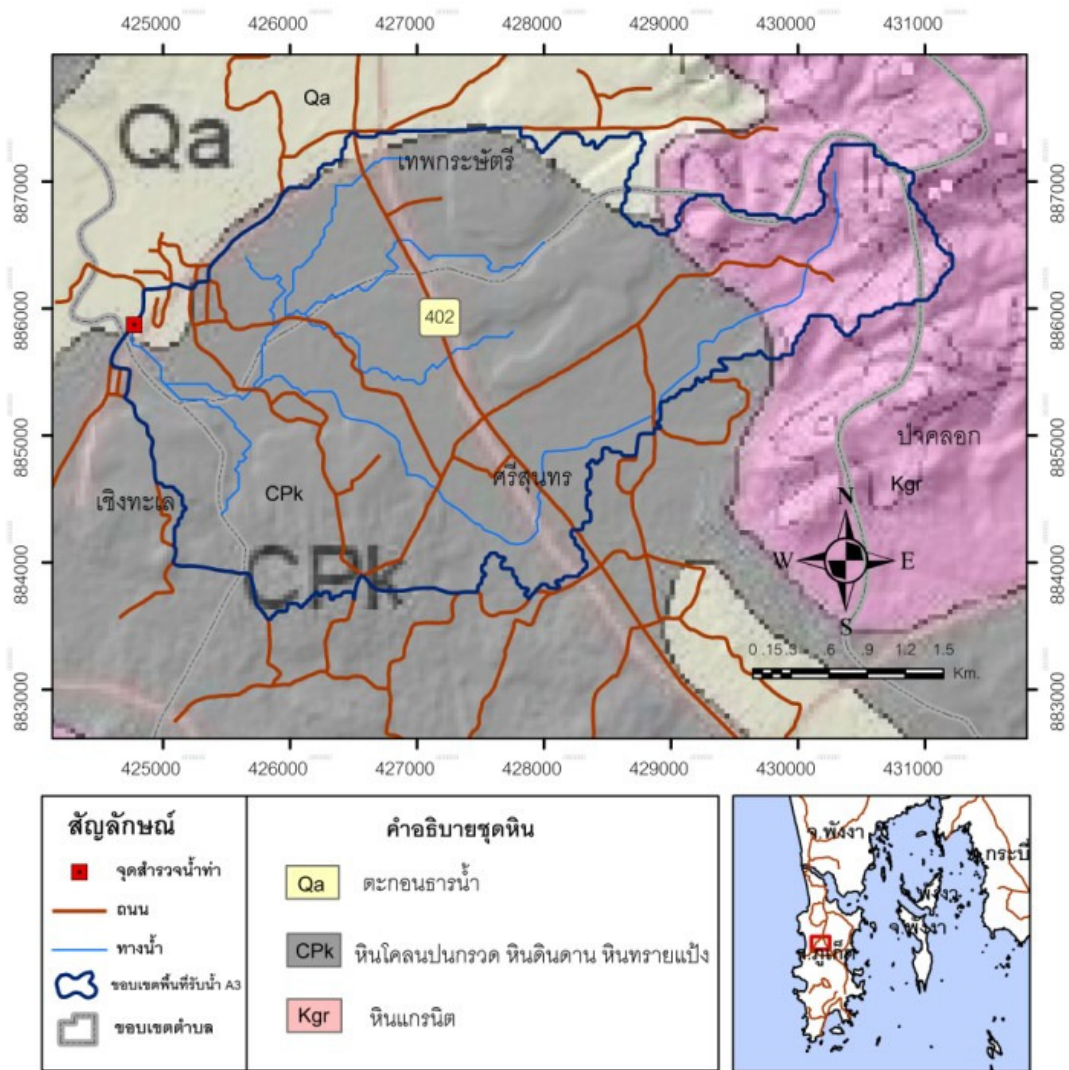
ภาคผนวก ก
แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ศึกษา
และแผนที่แสดงตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา



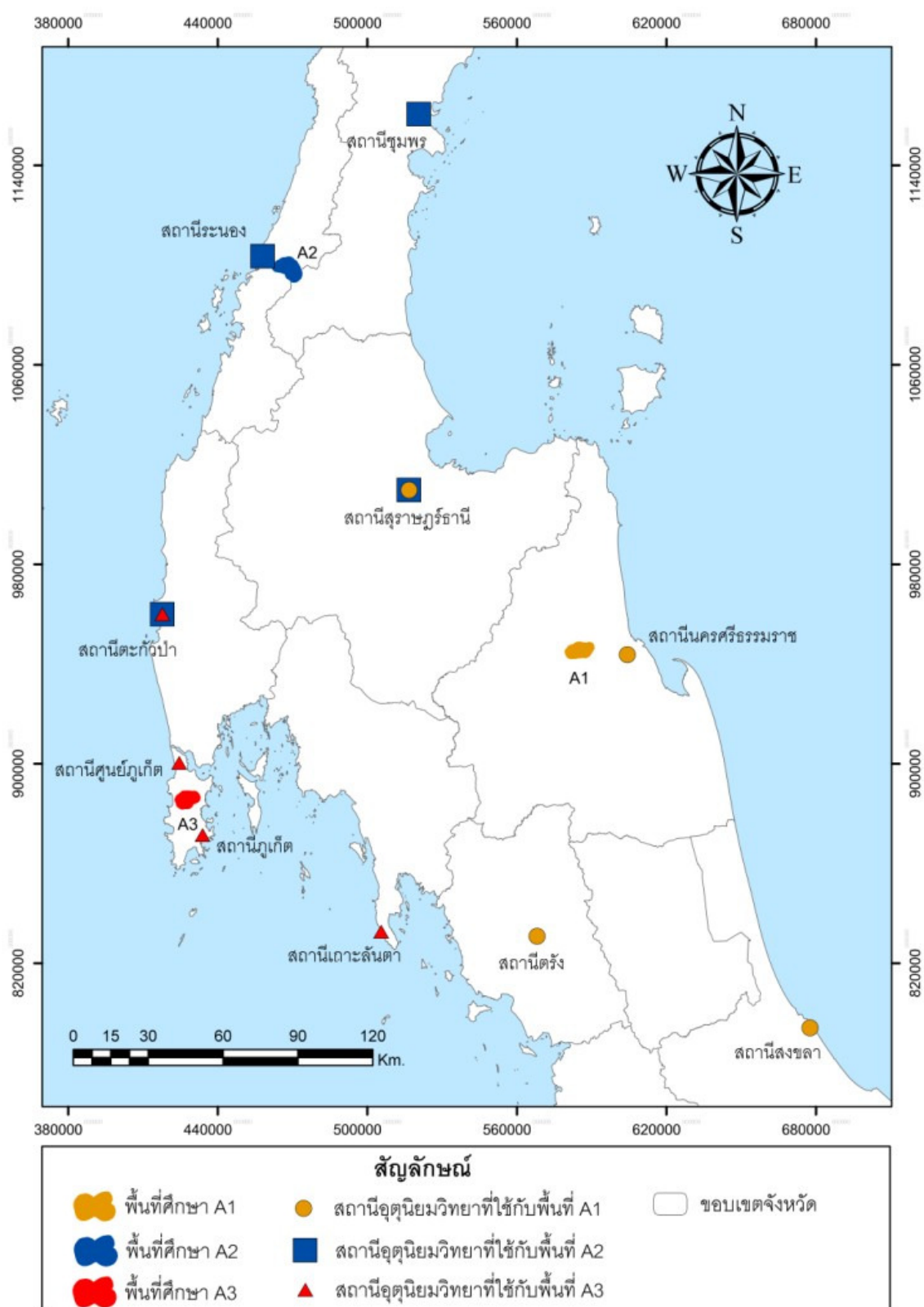
ภาพประกอบ 43 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่ A1



ภาพประกอบ 44 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่ A2



ภาพประกอบ 45 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่ A3



ภาพประกอบ 46 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีอุดมศึกษาที่ใช้ในการศึกษา

ภาคผนวก ข
ข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่ารายวัน (ลบ.ม./วินาที) ที่ใช้ในการศึกษา



ตาราง 33 ข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่ารายวัน (ลบ.ม./วินาที) พื้นที่รับน้ำ A1 (พ.ศ. 2532 – พ.ศ.2553)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2532)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	0.464	0.464	0.742	0.522	0.522	0.464	0.661	1.795	2.2
2	-	-	-	2.038	0.348	4.053	0.522	0.522	0.661	0.661	2.527	1.795
3	-	-	-	0.904	0.348	1.876	0.742	0.464	0.58	0.742	1.795	1.633
4	-	-	-	0.823	0.58	1.309	0.58	0.522	0.522	0.742	1.552	1.471
5	-	-	-	0.742	0.58	0.985	0.58	0.464	0.58	0.742	2.038	1.39
6	-	-	-	0.742	0.823	0.904	0.823	0.823	0.58	0.661	1.795	1.309
7	-	-	-	0.661	0.904	0.823	0.661	0.58	0.742	1.228	1.552	1.228
8	-	-	-	0.661	1.147	0.742	1.228	0.985	0.661	1.066	2.309	1.147
9	-	-	-	0.58	0.661	0.742	1.228	0.742	0.58	1.471	13.86	1.147
10	-	-	-	0.58	0.58	0.661	1.147	0.661	0.58	1.471	9.62	1.147
11	-	-	-	0.522	0.522	0.661	1.957	0.58	0.58	1.309	4.38	1.147
12	-	-	-	0.522	0.661	0.58	1.39	0.522	0.58	1.147	3.835	1.066
13	-	-	-	0.904	0.522	0.58	1.066	0.522	0.58	1.147	4.612	1.957
14	-	-	-	0.904	0.742	0.58	1.066	0.823	0.742	1.309	6.236	1.795
15	-	-	-	0.823	0.904	1.39	1.957	0.742	0.58	1.309	4.162	1.633
16	-	-	-	0.823	0.823	0.661	1.471	0.661	0.58	1.228	3.181	1.39
17	-	-	-	0.742	0.904	0.58	1.147	0.661	0.58	1.147	2.854	1.309
18	-	-	-	0.661	0.58	0.58	1.066	0.522	0.823	1.471	2.636	1.228
19	-	-	-	0.661	0.464	0.522	1.795	0.522	0.904	3.181	2.418	1.147
20	-	-	-	0.58	1.471	0.522	1.39	0.522	0.904	5.888	2.119	1.066
21	-	-	-	0.522	0.985	0.464	1.147	0.522	0.904	4.496	1.957	0.985
22	-	-	-	0.522	0.985	0.464	1.066	0.522	0.904	3.508	1.957	0.904
23	-	-	-	0.464	0.661	0.406	1.228	0.522	0.904	3.399	1.795	0.823
24	-	-	-	0.464	0.58	0.522	1.066	0.522	1.147	2.309	1.633	0.742
25	-	-	-	0.406	0.58	0.58	0.823	0.522	0.985	1.876	2.963	0.661
26	-	-	-	0.348	0.904	0.464	0.823	0.522	0.904	1.633	1.795	0.742
27	-	-	-	0.406	0.661	0.406	0.742	0.522	0.823	1.714	1.552	0.742
28	-	-	-	0.406	0.661	0.464	0.661	0.522	0.823	6.7	1.471	0.742
29	-	-	-	0.406	0.522	0.58	0.58	0.522	0.742	2.418	2.119	0.742
30	-	-	-	0.406	0.522	0.58	0.58	0.522	0.742	1.957	3.726	0.742
31	-	-	-	-	0.742	-	0.522	0.522	-	1.633	-	0.742

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2533)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.742	0.464	0.29	0.26	1.29	1.08	0.5	0.5	0.44	0.56	10.9	3.04
2	0.661	0.464	0.29	0.26	1.22	0.94	0.44	0.5	0.44	0.5	5.03	5.36
3	0.661	0.464	0.29	0.2	0.74	0.87	0.44	0.5	0.44	0.5	3.6	4.37
4	0.58	0.464	0.29	0.2	0.68	0.8	0.8	0.44	0.44	0.5	3.11	3.82
5	0.58	0.464	0.29	0.2	0.62	0.68	0.87	0.44	0.56	0.5	2.34	4.7
6	0.58	0.464	0.29	0.62	0.56	0.62	0.8	0.44	0.56	0.5	1.99	3.82
7	0.58	0.464	0.232	0.38	0.56	0.62	0.8	0.44	0.56	0.5	1.78	3.39
8	0.58	0.464	0.232	0.8	0.5	0.56	0.74	0.68	0.56	0.5	1.64	3.04
9	0.522	0.464	0.232	0.56	1.29	0.56	0.74	0.62	0.56	0.5	3.25	2.83
10	0.522	0.464	0.232	0.5	1.78	0.87	0.74	0.62	0.5	0.5	2.55	2.62
11	0.522	0.464	0.232	0.38	1.64	0.87	0.68	0.56	0.5	0.5	1.71	8.95
12	0.823	0.464	0.232	0.38	2.13	1.29	0.68	0.5	0.74	0.5	1.57	7.83
13	0.661	0.464	0.232	0.74	1.71	1.08	0.68	0.5	0.87	0.5	1.36	6.88
14	0.58	0.464	0.232	0.44	1.5	0.87	0.62	0.5	0.87	0.44	1.22	5.36
15	0.522	0.464	0.232	0.26	1.64	0.8	0.62	0.62	1.08	1.22	1.08	5.03
16	0.522	0.464	0.232	0.87	1.57	0.74	0.62	0.62	0.87	1.36	1.57	4.26
17	0.522	0.406	0.232	1.15	0.87	0.74	0.62	0.62	0.8	1.57	1.29	3.82
18	0.522	0.406	0.232	0.8	0.8	0.74	0.5	0.62	0.8	0.94	1.15	3.82
19	0.464	0.406	0.232	0.74	0.74	0.68	0.5	0.62	0.8	0.8	1.08	24.98
20	0.464	0.406	0.232	0.74	1.43	0.68	0.5	0.62	0.74	0.68	0.94	7.69
21	0.464	0.406	0.232	0.68	1.5	0.62	0.44	0.56	0.74	0.68	0.8	6.48
22	0.464	0.406	0.232	0.62	1.22	0.8	0.44	0.56	0.74	0.62	44	5.36
23	0.58	0.406	0.232	0.62	0.74	0.74	0.87	0.56	0.68	0.56	10.3	4.48
24	0.522	0.406	0.232	0.62	0.56	0.74	0.68	0.56	0.68	0.5	7.42	3.93
25	0.522	0.348	0.174	0.62	0.38	0.74	0.68	0.56	0.62	0.5	4.37	3.93
26	0.522	0.348	0.174	0.62	0.32	0.68	0.62	0.56	0.62	1.01	3.32	3.11
27	0.522	0.348	0.174	0.56	0.2	0.68	0.62	0.5	0.62	4.15	8.23	2.83
28	0.522	0.29	0.174	0.56	1.01	0.62	0.56	0.5	0.56	8.8	3.71	2.69
29	0.464	-	0.174	0.56	0.94	0.62	0.56	0.5	0.56	7.69	3.18	2.83
30	0.464	-	0.116	0.5	0.74	0.5	0.5	0.5	0.56	24.32	2.69	2.69
31	0.464	-	0.116	-	0.44	-	0.5	0.5	-	9.1	-	2.48

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2534)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.41	1.22	1.29	0.17	1.43	0.66	0.06	0.31	1.15	0.94	1.15	2.2
2	2.27	1.22	3.39	11.2	0.52	0.73	0.06	0.31	0.94	0.73	1.08	2
3	2.2	1.15	1.92	6.48	0.45	1.08	0.06	1.29	0.8	0.59	1.01	1.8
4	2.13	1.15	1.64	5.22	0.38	0.24	0.06	0.94	1.15	0.45	1.43	2.4
5	2.06	1.15	1.43	2.3	1.6	0.38	0.06	0.8	0.8	0.45	1.01	2
6	2.34	1.15	1.43	1.7	1.01	0.24	0.66	0.66	0.73	0.45	1.01	1.9
7	2.06	1.15	1.36	1.29	0.66	2	0.38	0.45	0.66	0.38	0.94	1.8
8	1.99	1.15	1.36	1.01	0.52	1.43	0.24	0.52	0.66	0.45	0.94	1.7
9	1.85	1.15	1.36	0.8	0.52	2.8	0.17	0.38	0.59	0.45	1.6	1.6
10	1.78	1.08	1.29	0.73	0.45	1.15	0.1	0.31	0.59	0.59	4.98	1.5
11	1.78	1.08	1.29	0.66	0.38	0.94	0.1	0.31	0.52	0.38	17	9.55
12	1.71	1.08	1.29	0.59	0.31	0.73	0.17	0.31	0.45	0.38	6.87	27.12
13	1.64	1.08	1.22	0.59	0.31	0.59	0.45	0.31	0.45	0.31	6.09	33.36
14	1.57	1.08	1.22	0.52	0.31	0.45	0.24	0.31	0.38	0.31	4.4	14.1
15	1.5	1.08	1.22	0.52	0.24	0.38	0.24	0.24	0.38	0.31	3.8	9.1
16	1.64	1.08	1.15	0.45	0.24	0.31	0.24	0.24	0.31	0.24	3.3	6.87
17	1.57	1.08	1.15	0.38	0.24	0.24	0.17	0.24	0.31	0.24	2.7	6.87
18	1.57	1.01	1.08	0.31	0.24	0.17	0.17	0.45	0.31	0.24	2.2	6.22
19	1.5	1.01	2.83	0.31	0.24	0.1	0.17	2.7	0.24	0.24	3.8	7.75
20	1.5	1.01	3.32	0.24	0.24	0.1	0.1	2.4	0.66	0.17	8.35	7.45
21	1.43	1.01	2.69	0.17	0.24	0.31	0.1	1.36	0.45	0.87	4.4	5.34
22	1.43	1.01	2.06	0.17	0.24	0.24	0.59	0.8	0.8	2.3	4.3	4.74
23	1.43	3.18	1.85	0.45	0.24	0.17	0.38	0.73	0.73	5.22	4.4	4.3
24	1.36	4.04	1.64	0.38	0.24	0.17	0.45	0.73	0.73	7.15	15.8	4.1
25	1.29	1.85	1.36	0.31	0.24	0.1	0.87	0.66	0.59	4.86	6.74	6.87
26	1.29	1.64	1.29	0.24	0.24	0.1	0.8	0.66	1.22	3.5	4.3	4.5
27	3.11	1.57	1.15	0.17	0.24	0.1	0.52	1.01	0.66	2.8	3.7	4
28	1.64	1.43	1.08	0.1	1.22	0.08	0.31	1.29	0.59	2.1	3.2	4.98
29	1.43	-	1.01	0.08	1.8	0.08	0.31	4.1	1.15	1.6	2.9	3.9
30	1.36	-	0.94	0.06	2	0.06	0.31	2.4	1.22	1.36	2.5	9.7
31	1.29	-	0.94	-	1.08	-	0.38	1.36	-	1.29	-	18.4

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2535)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	32.4	2.7	1.8	0.48	0.16	0.4	0.4	0.48	1	1	7.24	4.9
2	10.3	2.5	1.8	0.48	0.08	0.4	0.4	0.4	0.9	1.6	3.4	3.7
3	8.05	2.5	1.7	0.48	0.48	0.32	0.4	0.72	0.8	2.1	2.4	3.5
4	6.48	2.4	1.7	0.4	0.4	0.24	0.4	0.64	0.8	8.25	1.8	3.4
5	7.75	2.4	1.6	0.4	0.24	0.9	0.32	0.56	0.8	6.6	3.5	3.3
6	5.96	2.3	1.6	0.72	0.24	1.1	0.32	0.64	0.72	1.5	2.3	3.2
7	4.98	2.2	1.5	0.64	0.16	2.1	1	0.56	0.72	1.4	2.2	3.1
8	4.4	2.1	3	0.56	0.16	1.2	0.56	0.56	0.64	3.4	1.6	3.1
9	4.1	2.1	2.8	0.72	2.7	1.2	0.56	0.48	0.64	5.96	23.75	4.2
10	3.9	2	2.2	0.64	1	1	0.48	0.48	0.56	2.3	18.6	14.42
11	4.4	2	2.1	0.56	3.9	2.3	0.48	1.8	0.56	4.2	5.7	4.4
12	4.62	3.3	2	0.48	1.5	1.1	0.48	1.1	0.56	2.2	4.6	3.7
13	4.62	6.22	1.9	0.48	0.9	0.72	0.48	1	0.48	1.9	3.8	3.5
14	5.96	4.3	1.8	0.4	0.8	0.64	0.4	1	0.4	2.2	3.4	3.5
15	4.3	3.6	1.7	0.4	0.64	0.56	0.4	0.9	0.4	4.9	6.76	6.12
16	10.6	2.6	1.6	0.32	0.8	0.48	0.4	0.9	0.4	4.9	27.75	3.8
17	8.65	2.4	1.5	0.32	0.64	0.4	0.4	0.8	0.32	1.6	7.91	3
18	6.74	2.3	1.43	0.32	0.56	0.32	0.4	0.72	0.32	2	5	3.1
19	5.34	2.2	1.43	0.24	0.48	1.4	0.8	0.72	0.24	2.3	4.4	3
20	4.62	2.1	1.43	0.24	0.4	0.64	0.48	0.64	0.24	1.5	3.9	2.9
21	4.3	2	1.43	0.8	0.4	0.56	0.64	0.56	0.24	1.3	3.6	2.9
22	4.1	2.2	1.43	0.48	0.48	0.56	0.32	0.48	1	1.2	4.3	2.8
23	4.1	2.1	1.36	0.4	0.4	0.56	0.32	0.48	0.72	1.1	3.5	2.8
24	3.9	2	1.36	0.32	0.4	0.48	0.32	0.72	0.64	2.1	4.3	2.7
25	3.7	2	1.36	0.24	0.8	0.48	0.32	2.7	0.56	2.5	3.6	16.7
26	3.6	2	1.36	0.24	0.48	0.48	0.32	1	0.48	1.1	3.1	20.14
27	3.5	1.9	1.29	0.16	0.56	0.48	0.32	0.72	0.48	14.99	3.3	16.51
28	3.3	1.9	1.29	0.08	0.4	0.4	0.32	1.2	0.4	5	3	8.76
29	3.1	1.9	1.29	0.08	0.8	0.4	0.24	4.8	0.4	3.8	5.1	6.28
30	3	-	1.29	0.08	0.64	0.4	0.9	1.2	1.3	3.1	6.92	5.1
31	2.9	-	1.22	-	0.48	-	0.56	1	-	2.3	-	4.4

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2536)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4.1	4.3	1.7	2	3.4	2.5	2.3	2.4	1.8	2.3	15	12.8
2	4	3.9	1.7	1.9	2.6	2.4	2.3	2.3	1.7	2.1	7.26	13
3	3.9	4.5	1.6	1.9	2.4	2.9	2.2	2.1	2.7	2	5.04	8.2
4	3.8	4.6	1.6	3.4	2.3	2.8	2.2	2	2.3	1.8	4.3	6.56
5	3.6	3.9	1.6	2.2	2.2	3.5	2.1	1.9	2.2	2.5	3.8	6
6	3.4	3.4	1.5	2	2.2	3.1	2.1	1.8	2.1	3.6	5.4	25
7	3.3	3	1.5	2	2.1	2.7	2	1.7	2	3	4.6	19.22
8	3.1	3	1.5	1.9	2.1	2.6	1.9	1.6	1.9	2.5	5.52	13.4
9	2.9	2.9	1.4	1.8	2	2.5	1.8	1.5	1.8	2.6	4.4	9.54
10	2.8	2.9	1.4	1.7	2	2.5	1.7	1.4	1.7	3.4	3.8	8.04
11	2.6	2.8	1.4	1.6	1.9	2.5	1.6	1.3	1.7	3.5	5.16	8.36
12	2.5	2.8	1.3	1.5	3.3	2.4	1.6	1.2	1.6	3	4.5	7.56
13	2.4	2.7	1.3	1.4	2.6	2.4	2.7	1.2	1.6	2.6	4	6.84
14	2.4	2.6	2.5	5.16	2.3	2.4	1.9	1.4	1.6	2.3	4.2	5.4
15	2.4	2.5	2.4	18.6	3.5	2.3	1.8	1.9	1.5	2.2	3.8	18.4
16	2.4	2.3	2.4	10.8	4.7	2.3	1.7	1.8	1.5	3.6	3.5	18.8
17	2.3	2.2	2	4.92	3.7	3.7	1.6	1.7	2.7	3.3	3.3	29.75
18	2.3	2.1	1.4	4.3	13.4	2.7	1.5	1.6	2.6	2.7	3.1	14.6
19	2.5	2	4.7	4	4.3	2.6	1.5	1.4	2.5	3.3	3.4	11.2
20	2.4	2	4.1	3.6	3.7	2.5	3.2	2.1	2.4	3.3	3.2	8.36
21	2.3	2	6.28	3.5	3.4	2.4	2.4	1.7	3.1	2.8	4.2	14.6
22	2.2	1.9	3.6	3.4	3.2	2.3	2.3	2.2	3.5	2.4	10.44	52.78
23	2	1.9	2.8	3.3	6	2.2	2.2	2.8	5.16	3.8	5.4	18.2
24	1.9	1.9	2.5	3.2	3.5	2.2	2.1	3.4	5.28	4.2	4.7	13.6
25	1.9	1.8	2.4	3.1	5.28	2.2	2.1	2.3	4.2	3.4	4.4	10.8
26	1.8	1.8	2.4	3	3.3	2.1	2	2.2	3.5	4	4	8.84
27	3.7	1.8	2.4	2.7	3	2	1.9	2.1	4	3.3	7.4	7.72
28	4.1	1.7	2.3	2.6	2.8	2	3.7	1.9	3.2	3.7	15.8	6.84
29	35.75	-	2.3	2.5	2.7	2.8	3.9	1.7	2.8	3.6	79.94	6.56
30	8.25	-	2.2	2.4	2.6	2.3	3.1	1.8	2.5	11.4	16.4	5.88
31	5	-	2.1	-	2.6	-	2.5	1.8	-	7.26	-	5.64

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2537)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5.52	3.5	3.1	1.91	3.44	1.28	1.07	1.14	1.42	1.28	3.84	6.86
2	5.4	3.5	3.1	1.91	3.44	1.28	1.07	2.33	1.42	0.52	2.05	4.56
3	5.28	5.4	3	1.91	2.12	1.21	1	3.76	1.35	1.21	3.84	5.04
4	5.52	4.5	3	1.91	1.77	1.21	1	2.19	1.35	0.52	3.84	4.4
5	5.28	3.9	3	1.84	1.63	1.21	1	2.19	1.35	8.66	3.84	5.36
6	4.7	3.8	3	1.77	1.56	1.21	1	1.7	1.35	1.14	4.64	4.08
7	4.5	3.7	3	1.77	1.49	1.21	1	1.42	1.35	1.14	4.96	3.28
8	4.4	3.7	3	3.36	1.42	1.21	1	1.63	1.35	0.4	7.6	2.33
9	4.3	3.7	3	1.91	1.49	3.84	0.94	2.12	1.28	1	16.44	2.19
10	4.3	3.7	3	1.84	1.49	1.63	0.94	2.33	1.28	0.46	4.32	3.84
11	4.2	3.6	3	1.77	1.98	1.49	0.94	1.56	1.28	0.76	4.96	3.36
12	4.2	3.6	3	1.7	1.56	1.42	1.49	1.28	1.49	1.7	4.32	4.88
13	4.1	3.6	2.9	1.7	1.56	1.28	1.28	1.21	1.49	1.35	3.52	3.6
14	4	4.5	2.9	1.63	1.49	1.21	1.21	1.21	1.42	2.33	5.44	3.6
15	3.9	3.9	2.9	1.63	1.49	1.14	1.14	1.14	1.42	1.84	3.52	4.88
16	3.8	3.8	3.8	1.56	1.49	1.14	1.14	1.14	1.35	1.91	5.12	3.28
17	3.8	3.7	11.6	1.56	1.42	1.14	1.7	1.14	1.35	1.49	4.16	3.92
18	3.7	3.7	18.8	1.49	1.42	1.07	1.35	1.98	1.7	1.7	11.63	4.96
19	3.6	3.7	4.92	1.49	1.42	1.07	1.28	1.42	1.42	1.7	24.88	6.44
20	4.4	3.6	9	2.26	1.35	1.07	1.21	1.35	1.42	3.36	13.33	5.52
21	4.3	3.6	12	1.7	1.35	1	1.21	1.28	1.35	4.16	59.1	4.64
22	4.2	3.5	8.04	1.63	1.35	1	1.14	1.21	1.35	6.44	17.8	3.76
23	4	3.4	18.8	1.56	1.35	1	1.14	1.14	1.28	5.44	11.12	4.4
24	3.9	3.3	28.75	1.56	1.35	1.7	1.07	1.14	1.28	3.36	10.78	3.44
25	3.8	3.3	21.74	1.49	1.35	1.21	1.07	1.14	1.28	3.2	22.18	3.28
26	3.7	3.2	7.4	1.49	1.28	1.14	1	1.14	1.28	2.12	16.25	3.2
27	3.6	3.2	6.28	1.98	1.28	1.14	1	1.14	1.28	2.72	8.66	3.04
28	3.5	3.2	5.4	3.04	1.28	1.07	0.94	1.14	1.28	2.96	6.72	5.04
29	3.7	-	4.92	4.08	1.28	1.07	0.94	1.14	1.35	3.36	8.5	5.74
30	3.6	-	5.64	2.72	1.28	1.07	1.14	1.14	2.05	2.88	6.02	5.04
31	3.6	-	4.6	-	1.28	-	1.14	1.49	-	4.32	-	4.16

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2538)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3.68	2.48	1.7	2.5	2.4	1.1	1.6	1.3	2.2	1.6	1.4	2.91
2	3.2	2.48	1.7	2.5	2.2	1	1.3	1.3	2.1	1.7	2	4.12
3	9.3	3.44	1.7	2.1	2.1	1.9	1.2	1.2	2	1.6	1.5	2.7
4	3.44	2.88	1.7	1.9	2.1	2.2	1.6	1.2	2.6	1.5	1.6	2.5
5	8.05	2.8	6.16	1.8	1	1.6	2.3	1.2	1.8	1.8	20.6	2.6
6	17.4	3.04	2.26	1.8	0	1.4	1.6	1.1	2.4	2	4.34	3.79
7	5.88	2.96	1.7	2.1	0.56	1.4	1.4	1.3	2.6	3.02	3.57	3.46
8	4.24	3.04	1.7	1.9	2	1.6	1.3	4.45	2	2.6	2.6	2.3
9	4.48	2.72	1.7	1.8	0.08	1.5	1.3	1.6	1.8	1.8	2.8	2.3
10	4.16	2.48	1.63	1.8	0.4	1.4	1.3	4.56	3.02	1.3	2.4	1.9
11	3.28	2.4	1.56	1.7	0.56	1.4	1.2	5.28	2	1.3	2.8	2.7
12	3.44	2.56	1.49	1.7	0.56	1.3	1.5	2.91	1.7	1.2	2.5	2.4
13	3.28	2.33	1.49	1.7	0.64	1.3	1.3	2	1.7	1.3	13.08	2.2
14	3.52	2.19	1.49	1.8	0.56	2.1	1.3	2	1.6	1.5	9.24	2
15	2.88	2.05	1.49	1.8	0.4	1.6	1.6	2.1	1.5	1.7	21	1.9
16	2.72	1.91	1.49	1.7	1.4	1.4	1.4	2.1	1.3	1.7	17.24	1.8
17	2.88	1.84	1.49	1.7	1.3	2.1	1.3	4.01	1.3	1.6	11	1.7
18	2.96	1.84	1.49	1.6	1.3	1.6	1.3	3.46	2.7	3.24	13.88	1.7
19	2.64	1.77	1.42	1.6	1.3	1.7	1.3	3.68	1.5	2.2	41.76	2.1
20	2.56	1.7	1.42	1.5	2.1	1.6	1.9	4.89	1.8	1.7	21.6	2.2
21	2.72	1.7	1.42	1.6	2.3	1.5	2.8	3.68	1.5	1.3	15.72	7.38
22	2.64	1.84	1.42	1.6	1.8	1.3	1.7	3.46	1.8	1.4	51.48	3.35
23	2.56	1.77	3.36	1.5	1.9	1.1	1.6	5	1.8	1.3	18.6	2.7
24	2.64	1.7	2.33	1.5	2.1	1	1.3	2.6	1.6	1.3	13.24	2.2
25	2.4	1.7	2.4	1.4	2	1	1.1	2.2	2.2	1.6	6.68	1.8
26	3.84	1.7	2.4	1.4	1.9	1	1	5.42	1.4	0	6.96	2.91
27	3.84	1.7	2.33	1.4	1.9	0.9	1	3.57	1.5	0.48	6.54	2.6
28	2.48	1.7	2.05	5.56	2.1	1.3	1	3.02	1.3	0.64	4.67	2.7
29	2.64	-	4.32	2.5	1.6	1.2	0.9	2.91	1.3	0.24	3.9	2.8
30	2.48	-	2.72	2.4	1.5	1.2	1	2.91	1.3	1.3	3.79	2.91
31	2.4	-	2.88	-	1.4	-	1.4	2.1	-	1.8	-	2.8

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2539)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.3	37.44	1.1	1.34	2.52	2.18	1.26	1.1	0.7	2.6	1.5	2.69
2	2.1	14.77	1	1.34	3.76	2.18	1.1	0.94	2.18	2.44	1.84	2.6
3	2	7.96	0.9	1.34	3.34	1.75	2.18	0.86	1.34	2.01	1.67	9.39
4	1.9	4.67	0.9	0.7	4.46	14.9	2.1	0.94	0.7	1.02	1.67	18.69
5	1.8	3.57	1	1.34	3.62	2.18	1.1	1.18	1.5	1.5	1.58	19.32
6	1.8	4.89	1	1.34	2.27	2.1	1.02	1.1	1.02	1.1	1.5	13.19
7	2	4.12	0.8	1.26	2.18	1.92	0.94	1.26	0.86	1.67	1.92	51.87
8	2	3.13	0	1.26	2.1	4.32	13.76	1.26	1.42	1.75	2.27	17.64
9	0.64	2.91	0.4	1.18	1.92	2.77	2.86	1.18	1.18	1.42	2.44	103.52
10	1.2	2.6	0.08	1.1	1.92	9.96	2.44	1.1	1.26	1.26	2.35	62.6
11	1.2	3.13	0.4	1.1	1.75	2.86	8.24	1.18	0.94	1.1	1.67	31
12	1.3	2.6	0.64	1.1	1.02	2.69	6.16	1.1	0.78	1.18	1.34	21.84
13	1.2	2	0.56	1.18	2.27	2.52	5.44	1.26	0.86	4.18	1.58	10.72
14	1.1	2	0.48	1.18	2.18	2.1	0.35	1.1	1.34	2.94	0.42	7.92
15	1.1	1.9	0.4	0.94	2.01	2.18	1.58	1.1	2.01	1.84	0.49	6.64
16	1	1.8	0.4	1.34	1.92	2.1	1.5	1.18	1.34	3.2	0.35	6.32
17	0.9	1.7	0.4	1.1	1.84	2.01	1.5	1.1	1.1	2.86	1.18	5.16
18	0.9	1.7	0.56	1.1	1.84	1.84	2.27	1.18	1.1	2.18	1.42	4.74
19	0.9	1.6	0.48	0.78	0.7	1.67	1.67	1.1	1.02	1.5	34	7.6
20	0.08	1.6	0.16	0.7	0.63	1.58	14.9	2.77	0.94	1.67	13.38	5.16
21	0.64	1.5	0.4	0.86	2.01	2.27	2.27	2.01	0.86	7.44	11.86	3.34
22	0.56	1.5	0.56	1.34	1.84	2.1	2.1	1.34	1.1	2.69	8.24	3.2
23	0.48	1.4	0.4	1.34	0.94	1.92	6.96	1.67	1.26	2.18	14.71	3.03
24	1.4	1.3	0.4	0.86	2.27	0.7	14.9	1.18	0.94	1.5	13.76	2.77
25	3.68	1.2	0.32	1.34	2.01	0.35	14.9	0.94	1.1	7.12	44.25	2.77
26	2	1.1	0.32	0.7	2.18	0.21	2.1	1.26	1.26	2.52	22.68	2.69
27	3.02	1	0.32	1.75	2.18	1.92	2.01	1.1	1.02	2.77	8.4	2.6
28	1.8	1.2	0.32	0.78	2.1	2.27	1.92	2.01	1.5	2.35	5.86	2.52
29	4.67	1.1	0.24	1.75	1.1	2.1	1.42	2.01	0.86	2.35	3.34	2.52
30	2.8	-	0.24	2.1	1.34	1.26	1.02	2.01	1.92	1.42	2.94	2.44
31	2.1	-	0.24	-	1.5	-	1.18	2.01	-	1.67	-	2.35

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2540)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.35	1.26	1.58	0.98	0.77	1.4	1.12	0.49	0.91	1.48	16.55	1.72
2	1.5	1.26	1.42	0.91	0.7	1.19	1.4	0.77	0.84	1.33	4.5	2.36
3	1.5	1.42	1.34	0.84	0.7	0.91	1.26	1.4	1.64	1.12	2.44	2.76
4	0.7	1.5	1.26	0.84	0.63	0.91	1.12	1.33	1.33	1.4	3	5.58
5	0.7	1.42	1.18	0.77	0.56	0.77	1.4	1.72	1.19	3	3.4	3.5
6	1.34	1.34	1.1	0.7	1.33	1.4	1.33	2.2	1.8	2.12	4.3	6.88
7	2.35	2.01	0.94	1.56	4.5	1.26	1.12	1.33	1.64	1.72	3.3	2.84
8	1.5	1.92	0.86	1.4	1.4	1.05	0.91	1.26	1.26	2.04	2.68	3.1
9	14.9	1.84	0.78	1.26	0.7	1.88	0.84	1.19	1.12	2.04	2.04	11.72
10	7.6	1.42	1.42	1.05	1.05	2.04	0.56	0.98	1.05	1.56	3.3	15.96
11	4.04	1.5	1.34	1.48	1.12	1.33	0.49	1.05	0.91	1.8	3.5	3.6
12	3.9	1.5	1.26	2.28	1.05	1.33	0.42	0.49	1.12	1.96	5.73	9.76
13	3.9	1.42	1.02	1.48	0.91	1.8	1.64	0.77	1.12	1.8	5.58	9.14
14	3.48	1.42	1.1	1.33	0.91	0.7	1.33	0.56	1.05	2.04	2.68	11.72
15	2.44	1.1	1.02	1.26	0.77	1.26	1.64	0.42	1.48	1.88	2.68	13.16
16	1.5	1.02	1.42	1.12	1.05	1.33	2.04	0.35	1.33	1.05	1.4	11
17	0.7	0.94	1.5	1.12	1.05	1.33	1.33	0.14	1.26	1.12	1.72	8.98
18	0.56	0.94	1.42	1.72	0.98	1.56	1.72	0.14	1.72	1.72	3.6	7.47
19	0.35	0.86	1.84	1.8	0.91	1.12	2.12	0.07	1.56	1.26	3.8	6.74
20	0.94	0.86	1.42	1.19	1.4	1.33	2.04	0.84	1.56	1.19	3.1	7.61
21	0.94	0.78	1.34	0.91	1.05	1.33	1.56	0.56	1.72	0.98	2.84	13.16
22	0.86	1.1	1.02	0.84	0.91	1.26	1.48	1.72	2.04	0.91	2.52	4.6
23	0.78	1.5	1.67	0.98	1.4	0.77	1.72	1.19	1.88	1.05	2.36	1.33
24	1.58	6.16	1.84	1.4	1.05	0.63	1.26	8.21	2.44	0.98	2.84	1.26
25	1.58	1.58	1.5	1.26	1.33	0.49	1.12	3.5	2.04	0.91	1.72	2.44
26	1.58	1.67	1.34	1.64	1.26	1.33	1.05	2.04	1.4	1.33	1.96	2.44
27	1.58	1.67	1.18	1.33	1.05	1.05	0.91	1.96	2.12	1.56	2.12	2.36
28	1.26	1.58	1.5	1.72	0.98	0.77	0.84	1.64	1.4	1.33	2.04	1.96
29	1.26	-	1.1	0.91	0.84	0.77	0.77	1.05	1.8	1.8	1.33	1.48
30	1.34	-	1.1	0.77	0.84	1.05	0.63	1.05	1.05	1.64	1.05	3.2
31	1.26	-	1.02	-	0.77	-	0.49	1.05	-	11.9	-	2.52

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2541)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.44	0.98	0.28	0.35	0.2	1	0.55	0.25	1.14	0.35	15.24	3.66
2	2.36	0.91	0.28	0.35	0.15	0.95	0.55	0.5	1.42	0.3	4.2	3.57
3	2.2	0.91	0.21	0.35	0.15	0.9	0.45	0.9	0.95	2.19	3.57	3.12
4	2.12	0.84	0.28	0.3	0.15	0.8	1.35	0.8	0.9	1.49	3.21	3.21
5	11.18	0.84	0.35	0.3	0.1	0.75	0.95	0.75	0.85	0.95	2.76	2.85
6	14.24	0.77	0.49	0.25	0.1	0.7	0.9	0.65	1.14	0.9	3.57	5.2
7	2.76	0.77	0.49	0.25	0.1	0.65	0.85	0.55	1	0.8	20.94	15.24
8	2.76	0.63	0.49	0.25	0.25	0.95	0.75	0.4	0.9	0.95	8.52	4.57
9	2.76	0.49	1.33	0.2	0.25	0.95	0.65	0.35	0.85	1.49	7.19	3.75
10	2.68	0.49	1.26	0.2	0.2	0.8	0.55	0.3	1.35	1.28	6.45	4.95
11	2.6	0.56	0.91	0.2	0.15	0.95	0	0.25	0.95	0.95	5.08	3.21
12	2.92	0.56	0.56	0.2	0.15	0.3	0.3	0.2	0.55	1.63	4.57	14.32
13	2.52	0.42	0.49	0.15	0.1	0.75	0.25	0.8	0.45	2.19	3.21	25.24
14	2.44	0.35	0.49	0.15	0.65	0.65	0.2	0.9	0.9	1.98	2.67	9.51
15	2.28	0.35	0.42	0.15	0.3	0.55	0.1	0.8	1	1.84	1.98	5.82
16	1.4	0.35	0.42	0.1	0.95	0.35	0.6	0.7	1.28	1.77	1.28	5.2
17	1.8	0.21	0.35	0.1	0.25	0.35	1.07	0.6	1.49	1.63	1.21	4.83
18	2.04	0.21	0.35	0.1	0.9	0.25	0.95	0.9	1.49	1.56	1.14	3.75
19	1.96	0.21	0.35	0.1	0.85	0.4	0.85	1.49	1.07	1.56	10.34	3.39
20	1.88	0.21	0.35	0.05	0.95	0.95	0.75	1.28	1.42	1.49	1	3.12
21	1.88	0.35	0.28	0.05	0.35	0.75	0.65	0.9	0.95	1.63	1.49	2.58
22	1.72	0.28	0.28	0.05	0.8	0.6	0.55	0.75	1.07	1.84	1.49	2.19
23	1.26	0.28	0.28	1	1	0.45	0.35	1.21	1.07	2.12	1.35	2.19
24	1.19	0.28	0.21	0.9	0.25	0.3	0.3	0.9	1.49	1.84	1.98	6.7
25	1.12	0.35	0.21	0.85	0.25	0.25	0.25	0.35	1.42	2.05	1.98	2.76
26	1.12	0.35	0.21	0.35	0.3	0.15	0.15	0.3	0.9	1.49	0.95	3.57
27	1.05	0.49	0.35	0.35	0.7	0.4	0.15	0.25	0.75	1.42	1.56	3.57
28	1.05	0.49	0.35	0.25	0.9	0.25	0.1	0.15	0.6	1.07	1.28	4.45
29	1.26	-	0.35	0.25	0.4	0.2	0.05	0.9	0.45	3.66	1.21	3.84
30	1.19	-	0.28	0.2	1.14	0.5	0.3	1.28	0.4	4.02	5.82	3.12
31	1.05	-	0.56	-	1.77	-	0.25	0.65	-	15.7	-	2.58

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2542)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.12	2.05	1.42	1.84	1.06	0.9	0.7	0.75	0.6	1.84	0.75	1.18
2	1.84	1.91	1.49	1.6	0.95	0.8	0.65	0.7	0.55	1.06	0.7	1.12
3	1.98	1.84	1.56	1.54	0.85	0.75	0.65	0.85	0.55	0.85	0.65	0.9
4	1.84	1.98	1.49	1.72	0.8	1.6	0.6	0.8	0.55	0.95	0.65	11.6
5	7.19	2.94	1.42	1.54	1.3	1.48	0.6	0.75	1.36	1.3	0.75	6.11
6	12.55	2.4	1.35	1.48	1.54	1.42	0.55	0.7	0.85	0.8	0.75	23.63
7	12.55	1.98	1.35	1.78	1.42	1.3	0.95	0.65	0.75	0.75	0.7	13.13
8	5.2	1.91	1.21	2.36	1.3	1.3	0.75	0.65	0.7	1.18	0.8	10.17
9	1.91	1.84	1.14	1.78	1.18	1.18	0.7	0.6	0.65	1.3	2.68	6.4
10	1.91	1.77	1.63	2.44	1.12	1.12	0.65	0.6	0.65	0.8	3.5	5.3
11	1.7	2.19	1.35	2.36	0.95	1.06	0.65	0.6	0.85	0.75	1.78	3.91
12	1.28	24.72	1.28	2.2	1.48	1	0.6	0.6	0.8	0.7	0.95	5.3
13	5.2	58.02	1	2.02	1.84	0.95	0.55	0.55	0.6	0.95	0.85	3.64
14	15.47	13.4	0.75	1.9	1.78	0.85	0.55	0.55	0.55	1.36	0.75	3.91
15	6.7	8.02	0.7	1.78	1.6	1	0.65	0.55	0.55	0.8	0.75	3.82
16	7.69	5.7	0.65	1.72	1.66	1.06	0.65	0.5	0.55	1	0.7	2.62
17	6.7	4.57	0.6	1.66	1.36	1	0.6	0.5	0.7	1.18	6.37	2.46
18	4.02	3.57	0.6	1.3	1.72	0.95	0.6	0.5	0.65	1.06	2.14	2.22
19	3.75	3.39	0.55	1.06	1.36	0.85	0.6	0.6	0.6	0.75	2.02	5.1
20	3.12	3.12	0.4	1	1.18	0.85	0.7	0.65	0.65	0.7	3.1	4.72
21	2.67	2.49	0.85	2.02	1.06	0.8	0.7	1.06	0.75	1.54	3.1	2.94
22	3.03	2.4	0.85	1.48	1.54	0.75	0.65	0.75	0.8	1.84	1.66	2.7
23	6.2	2.33	0.95	1.24	1.3	0.75	0.65	0.65	1.36	1.36	1.9	2.54
24	2.76	2.19	1.21	1.12	1.18	0.7	0.75	0.6	1.6	1.72	1.78	2.7
25	2.33	2.12	0.95	1.6	1.12	0.7	0.7	0.6	0.85	1.78	1.72	2.54
26	7.03	1.91	1.35	1.84	1.06	0.65	0.65	0.55	1	2.14	1.3	2.38
27	2.05	1.84	0.9	1.84	1	0.75	0.65	0.55	0.8	1.3	1	2.22
28	2.05	1.77	0.65	1.84	1.06	0.75	0.65	0.75	0.75	1.18	0.75	2.06
29	4.2	-	0.85	1.3	1.06	1.48	0.75	0.65	0.9	1.12	0.7	1.98
30	2.76	-	1	1.12	0.95	0.75	0.7	0.6	0.8	0.95	1.3	1.9
31	2.33	-	0.95	-	0.9	-	0.8	0.6	-	0.8	-	1.82

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2543)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.74	2.46	12.62	2.39	1.7	1.5	1.2	2	0.9	3.04	1.5	4.74
2	1.66	2.86	6.6	2.26	3.17	1.7	1.2	2	0.9	2.65	3.3	4.34
3	2.38	2.14	4.36	2.13	1.8	3.04	1.2	1.1	0.8	2.52	24.15	3.43
4	2.14	1.98	4.18	2	3.04	2.91	1.1	0.9	0.8	3.04	11.31	3.17
5	2.06	1.9	4.27	1.9	1.9	1.4	1.2	0.8	0.8	2.52	7.57	2.65
6	2.14	1.82	2.94	1.8	1.5	3.82	1.3	0.8	2.13	2.78	7.57	2.39
7	1.9	1.66	2.38	1.9	4.34	1.5	1.3	0.9	0.9	1.9	5.02	2.26
8	1.82	1.34	1.9	1.8	3.43	1.8	1.2	0.9	0.9	1.6	4.6	2.13
9	1.74	1.1	1.82	1.7	4.34	1.6	1.2	1.3	0.8	1.5	3.17	2
10	1.74	1.74	1.98	4.88	2	1.4	1.1	1.2	2.65	1.4	2.52	3.56
11	1.66	1.58	2.78	2.13	1.4	1.2	0.9	1.1	1.8	2.39	2.39	4.74
12	1.9	1.5	1.74	1.8	5.16	1.5	0.9	0.9	1	1.5	2.26	2
13	1.82	1.26	1.9	3.3	2.52	1.4	0.9	2	0.9	1.8	2.78	1.9
14	1.66	1.18	2.3	4.08	2.26	1.3	1.8	1.1	0.9	3.3	6	1.8
15	1.58	1.1	1.98	1.8	1.9	1.2	1	1	12.84	1.5	15.39	3.82
16	1.34	1.02	2.22	1.4	1.6	1	1.3	0.9	2.52	1.1	9.44	16.07
17	1.18	0.94	1.98	1.3	1.4	1	1.1	0.9	1.9	3.04	9.1	6.84
18	1.1	1.74	1.82	2.78	3.17	1.4	1.1	1.7	3.82	1.1	6.84	3.43
19	0.94	2.62	1.66	1.5	2.39	1	1	0.9	1.9	1.1	5.58	3.17
20	0.94	1.5	1.66	1.4	1.8	0.8	0.9	2.78	1.8	1	4.47	18.45
21	1.82	1.26	1.58	1.3	1.5	0.7	0.9	1.6	1.3	1.9	10.29	11.99
22	1.42	1.1	1.34	3.17	1.5	1.4	0.9	3.43	1.2	1.2	25.37	11.65
23	1.1	1.18	1.18	4.21	2.26	1.9	0.8	1.1	1.4	1.4	27.47	10.46
24	1.02	1.18	1.1	2.52	5.02	1.2	0.8	1.2	2.91	1.2	81.2	5.44
25	1.1	1.1	1.02	1.7	3.43	1.2	0.9	1.1	2.65	2.13	33.5	5.44
26	1.18	1.18	3.73	1.5	2.26	2.26	0.9	1.1	1.8	1.4	23.28	3.56
27	1.9	1.1	5.8	1.5	3.56	1.4	0.9	1	3.56	1.3	18.62	3.04
28	7.85	6.8	7.01	3.3	1.7	1.3	0.9	1	1.8	1.1	10.29	3.04
29	2.94	5.2	3.02	2.39	1.6	1.3	0.8	1	1.5	2.78	7.4	3.82
30	2.7	-	2.46	1.8	1.5	1.3	0.8	1	1.3	1.2	5.44	3.69
31	2.54	-	1.9	-	1.4	-	1.1	0.9	-	1.3	-	18.45

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2544)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	30.73	1.9	0.7	1.7	0.8	0.6	2.1	1.1	0.45	0.4	1.7	4.88
2	7.26	1.8	0.6	1.6	0.8	0.45	1.6	1	0.45	0.35	1.6	3.5
3	4.6	1.7	0.5	1.4	0.7	0.45	2.1	0.8	0.4	1.9	1.4	3
4	4.34	1.5	0.5	1.4	0.7	0.4	0.7	0.7	0.4	2.75	1.2	2.75
5	3.17	1.2	2	1.4	0.6	3.25	2.2	0.6	0.35	2.2	2.4	2.63
6	3.04	1	0.6	1.3	1	0.6	3.5	1.5	0.4	2.63	4.5	2.4
7	7.4	1	0.5	1.3	2.87	0.45	2	3.62	2	1.1	5	2.3
8	3.69	1.2	0.4	1.2	3.88	0.4	1.6	2.5	0.9	0.8	7.1	2.1
9	2.91	1.1	2.65	1.1	1	1.3	0.9	1.1	0.7	0.7	4.88	2
10	2.65	1	7.57	1	0.8	0.8	0.9	0.9	0.45	0.5	4.63	1.8
11	2.52	0.9	3.04	1	0.7	0.7	2.5	0.8	2.3	2	2.75	1.4
12	2	0.9	4.6	0.9	0.7	0.6	4.88	0.6	1	0.8	2.3	1.3
13	1.8	0.8	2.52	1	0.7	0.45	3.88	0.45	0.8	0.7	2	1.2
14	1.6	3.17	10.29	0.9	0.6	0.4	4.38	0.45	0.7	0.6	1.8	4
15	6.14	1.2	4.6	0.9	3.75	0.4	3	0.45	0.7	0.5	3.62	11
16	3.69	1.1	3.17	1	1.3	0.4	1.7	0.4	2.1	0.5	3.62	10.4
17	3.69	1	3.82	1	1	0.35	1.6	0.4	3.75	0.45	10.1	12.65
18	6.84	1	1.5	0.9	0.9	2	1	0.35	3	1.1	5.3	6.95
19	37.7	0.9	1	0.9	0.8	0.45	0.9	1.8	3.88	2.87	5.3	5.75
20	38.83	1.2	0.9	0.8	0.8	0.45	0.8	0.45	0.7	1.7	4.13	4.13
21	10.12	1.1	2.78	0.8	0.7	0.4	0.7	0.45	0.6	1.4	3.62	3.38
22	7.12	0.9	20.83	0.8	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6	1.3	3	24.17
23	5.58	0.8	4.88	0.8	0.8	3	0.5	0.45	0.45	2.4	2.87	22.78
24	4.47	0.8	4.21	0.7	0.8	0.45	2.3	0.35	0.5	1.9	2.75	3.5
25	3.56	0.8	2.26	0.7	0.7	2.4	2	0.45	0.4	1.3	2.4	3.38
26	3.43	0.7	2	0.7	0.7	0.9	1.2	0.45	0.7	2.63	2.2	3.13
27	3.3	0.7	3.3	0.6	0.7	0.7	0.7	0.45	0.5	3.88	3.88	2.5
28	3.17	0.7	1.5	0.6	2.2	0.6	0.7	0.7	0.5	1.5	3.38	3.38
29	2.52	-	1.4	3.13	0.6	0.6	2	0.8	0.45	3.5	3.5	3.62
30	2.26	-	1.3	0.7	0.6	0.6	1.4	0.7	0.45	2.3	5.15	4.13
31	2.13	-	1.2	-	0.6	-	1.2	0.6	-	1.8	-	3.62

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2545)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3	1	-	0.55	0.75	0.3	0.2	0.75	0.85	0.95	2.88	2.37
2	2.87	0.9	-	0.55	0.7	0.3	0.15	0.65	0.8	0.95	1.75	3.79
3	2.75	0.9	-	0.5	0.7	0.25	0.1	0.75	0.75	0.9	7.64	4.08
4	2.63	0.8	-	0.5	0.65	0.25	0.1	0.7	0.75	0.85	6.26	3.38
5	2.63	0.8	-	2	0.65	0.2	0.05	0.6	0.75	4.66	13.88	5.67
6	2.63	0.7	-	1.37	0.6	0.15	0.55	0.6	0.5	1.37	15.27	2.75
7	2.4	0.7	-	0.6	0.75	0.15	0.65	0.55	0.45	2.88	31.65	2.75
8	2.3	0.7	-	0.6	2.37	0.1	0.65	0.45	0.45	3.12	9.19	2.37
9	2.1	0.6	-	0.6	0.85	0.15	0.6	0.4	0.4	5.39	9.5	2.12
10	2.1	0.6	-	0.55	0.85	1.5	0.6	0.4	0.4	2.5	6.11	2.12
11	2	0.45	-	0.55	1.25	2.25	0.55	0.35	3.65	5.24	9.19	2
12	1.9	0.45	-	0.55	3.38	2.12	0.55	0.25	0.95	4.23	4.08	3.65
13	1.8	0.45	-	0.5	0.8	0.6	0.45	0.25	0.95	2.5	3.25	38.88
14	1.7	0.45	-	0.45	0.75	0.55	0.45	0.25	0.85	4.08	2.88	40.26
15	1.7	0.45	-	0.45	0.7	0.25	0.4	0.2	0.8	1.25	2.5	8.88
16	1.5	0.4	-	0.45	0.7	0.4	0.35	0.15	0.8	0.95	2.25	5.67
17	1.4	0.5	-	0.45	0.65	0.65	3.25	0.15	0.75	0.9	2.12	4.66
18	1.3	0.45	-	0.4	0.65	2.5	0.75	0.6	0.75	2.88	2.5	4.52
19	1.2	0.4	-	0.4	0.65	0.65	0.7	2.88	0.95	0.8	3.65	3.93
20	1.1	0.4	-	0.55	0.6	0.6	0.65	3.38	0.9	0.95	8.72	3.25
21	1	0.35	-	0.6	0.6	0.55	0.65	0.95	0.85	0.95	40.49	2.88
22	1.4	0.4	-	0.6	0.6	0.5	0.6	0.8	0.85	0.9	8.26	2.75
23	1.4	0.45	-	0.6	0.55	0.35	0.6	0.9	0.75	0.9	6.71	2.63
24	1.3	0.4	-	0.55	0.55	0.2	0.55	0.8	2.75	1.75	17.04	2.63
25	1.3	0.4	-	0.55	0.55	0.15	0.45	8.26	3.93	0.95	4.8	2.5
26	1.2	0.4	-	1.37	0.5	0.1	0.4	6.55	5.1	1.88	5.53	2.37
27	2.5	0.4	-	0.85	0.5	0.45	0.4	1.37	1	2.12	4.08	2.25
28	1.5	0.4	-	1.62	0.45	0.3	0.6	1	0.85	0.95	3.65	2.12
29	1.3	-	-	0.85	0.35	0.25	0.45	0.9	0.8	0.95	2.75	26.13
30	1	-	-	0.75	0.35	0.25	0.3	0.85	1.12	0.9	2.63	31.42
31	1.1	-	-	-	0.35	-	0.2	0.85	-	0.9	-	13.17

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2546)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	8.26	1.37	0.8	1.65	0.55	0.8	0.75	0.55	0.65	0.6	2.2	5.7
2	19.2	1.25	0.7	1.15	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.6	5.1	3.5
3	7.02	1.12	0.7	0.85	0.7	0.65	0.65	0.45	0.6	0.95	3.3	2.8
4	6.11	1.12	0.7	0.8	0.7	0.65	0.65	0.45	0.7	0.7	2.7	3
5	6.11	1	0.65	0.8	0.65	0.6	0.6	0.55	0.65	0.7	1.7	1.9
6	3.5	0.95	0.65	0.75	1.7	0.9	0.65	0.65	0.65	1.55	1.6	2.3
7	3.25	1.25	0.65	0.75	0.7	0.65	0.75	0.65	1.45	1.85	1.55	2.1
8	3	1.25	0.6	0.75	0.7	0.65	0.65	0.6	0.7	1.3	1.45	1.65
9	2.88	1.12	0.6	0.7	0.65	0.6	0.55	0.6	0.65	0.65	1.3	1.55
10	2.63	1	0.6	0.7	0.7	0.6	0.65	0.55	0.65	0.6	1.25	19.8
11	2.5	1	0.55	0.7	0.95	0.55	0.55	0.55	0.65	0.6	1.2	10.5
12	2.37	0.95	0.55	0.7	0.7	0.55	0.55	0.5	0.85	1.2	4.2	5.5
13	2.25	2.12	0.55	0.65	0.65	0.5	0.5	0.5	0.7	1.8	29	5.7
14	2.12	1.25	0.65	0.65	0.75	1.3	0.45	0.45	0.65	1.35	15.6	5.2
15	2.12	1.25	0.65	0.65	0.7	1.75	0.75	0.5	1.05	0.65	6.75	5.2
16	2	1.12	0.6	0.65	0.7	0.7	0.65	0.6	0.9	0.75	3.7	5.1
17	2	1.12	0.6	0.6	0.65	0.7	0.6	0.6	0.7	0.75	3.5	20.8
18	2.75	1	0.55	0.6	0.6	0.8	0.55	0.65	1	0.7	3.3	5.2
19	5.53	1	0.55	0.6	0.55	0.7	0.55	1.4	1.4	0.6	3.2	3.4
20	4.23	0.95	0.5	0.75	0.55	0.7	0.45	0.7	1.1	0.95	3	2.3
21	3.65	0.95	0.5	0.7	0.55	0.65	0.45	0.7	0.7	1.15	2.4	2.2
22	5.39	0.9	0.5	0.7	0.7	0.6	1.35	0.7	0.65	0.8	1.35	1.95
23	3.12	0.9	0.65	0.7	0.7	0.6	0.65	0.65	0.65	0.75	1.85	3
24	2.63	0.9	0.75	1.35	0.65	1.15	0.6	0.65	0.6	0.7	2.8	16.65
25	2.25	0.85	1	0.7	0.65	1.15	0.55	0.65	0.85	1.35	1.4	8.4
26	2	0.85	3.12	0.7	0.65	0.7	0.6	0.6	0.95	2.7	1.25	6.3
27	2	0.85	0.65	0.55	0.55	0.65	0.55	0.6	1.75	2.1	1.25	6
28	1.88	0.8	0.6	0.6	0.55	1.65	0.75	0.55	0.7	1.85	1.2	5.6
29	1.62	-	0.75	0.55	0.5	0.7	1.15	0.65	0.65	1.65	1.15	3.2
30	1.62	-	2	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.65	5.9	1.3	9.9
31	1.5	-	0.8	-	0.75	-	0.55	0.65	-	1.55	-	3

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2547)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.7	1.55	0.5	0.62	1.1	0.42	0.18	0.34	0.09	0.42	3.18	13
2	1.55	1.45	0.95	0.58	1.59	0.7	0.15	0.34	0.06	0.3	21.95	12.84
3	2.1	1.4	0.9	0.54	0.66	0.74	0.27	0.27	0.3	0.24	4.88	12.68
4	1.55	1.3	0.75	0.54	0.5	0.74	0.74	0.24	0.9	0.21	19.67	2.95
5	1.45	1.25	0.5	0.5	0.38	0.66	0.5	0.24	0.86	1.59	5.38	2.36
6	2.6	3.6	0.45	0.5	0.34	0.54	0.42	0.21	0.78	2.95	4.75	1.59
7	4.6	3.2	0.4	0.46	1.17	0.66	0.78	0.21	1.59	0.21	2.73	1.38
8	2.3	2.9	0.95	0.42	1.73	0.82	0.66	0.15	0.86	0.15	2.58	1.31
9	2.1	3.4	0.6	0.42	0.78	1.73	0.38	0.15	0.78	0.58	2.36	1.52
10	3.7	2.7	1.45	0.38	1.8	1.52	0.3	0.12	1.1	0.94	2.08	2.43
11	3.2	1.6	0.6	0.38	1.73	0.78	1.38	0.12	0.7	2.8	1.94	12.84
12	2.6	1.5	0.3	0.34	0.27	0.74	0.62	0.12	0.66	2.5	3.1	5.5
13	2.3	3	0.65	0.34	0.27	0.42	0.34	0.82	0.54	2.5	3.18	3.55
14	1.9	3.7	0.55	2.8	0.24	0.46	0.27	0.7	0.5	1.59	1.8	3.1
15	1.75	2.5	0.4	2.43	0.24	1.52	0.21	0.54	1.45	1.45	1.66	2.08
16	1.75	3.3	0.35	1.94	0.24	0.78	0.18	0.46	1.31	1.31	1.52	2.01
17	1.7	1.75	0.35	3.78	0.62	0.7	0.18	0.38	0.62	1.24	1.45	1.87
18	1.65	1.7	2.4	0.86	0.66	0.66	0.15	0.34	0.62	1.1	2.29	1.73
19	1.6	1.65	2.4	0.78	0.24	0.62	0.15	0.27	0.3	1.02	2.5	1.66
20	1.55	1.55	1.5	0.74	0.24	0.54	0.12	0.24	0.27	0.98	2.08	1.59
21	1.45	1.5	0.6	0.7	0.24	0.46	0.12	0.78	0.21	0.42	1.94	1.45
22	1.1	1.4	4.6	0.58	0.24	0.42	0.62	0.46	0.18	0.24	1.73	1.17
23	0.95	1.3	1.7	0.5	0.21	0.38	0.38	0.24	0.15	0.3	1.52	1.02
24	0.95	1.2	1.6	1.52	0.21	0.34	0.34	0.21	0.18	0.24	1.38	0.98
25	0.9	0.85	1.15	2.36	0.78	0.27	0.27	0.21	0.21	1.31	1.38	0.94
26	0.9	0.6	3	1.31	0.5	0.24	1.17	0.18	0.18	1.94	1.31	0.82
27	0.85	0.6	2.5	0.54	0.24	0.21	0.86	0.15	0.15	1.31	2.73	0.78
28	0.85	0.55	1.45	0.34	0.24	0.21	0.74	0.12	0.15	1.17	2.95	0.74
29	4.3	0.55	0.75	1.06	0.21	0.18	0.66	0.12	0.24	1.06	3.03	0.66
30	1.9	-	0.4	0.34	0.21	0.18	0.58	0.12	0.21	0.98	1.94	0.66
31	1.7	-	0.4	-	0.21	-	0.42	0.09	-	0.78	-	0.62

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2548)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.65	0.54	0	1.25	0.85	1.25	0.8	1.35	0.85	1.05	2.55	5.27
2	2.73	0.5	0	1.2	0.8	1.65	0.75	1.8	1.35	0.95	2.25	8.4
3	1.94	0.5	0	1.1	0.8	1.1	0.75	1.25	1.3	1.05	2.02	10.62
4	1.87	0.46	0	1.05	0.75	0.9	1.3	1.1	1.25	1.45	1.95	5.46
5	1.59	0.46	2.95	0.95	0.75	0.85	1.3	1	1.15	1.15	1.73	9.81
6	1.31	0.42	2.58	1.15	0.7	1	0.9	0.85	1.87	1.05	1.65	4.98
7	0.82	0.3	1.1	1.1	1.05	0.9	0.85	0.85	3.34	0.95	1.5	16.84
8	1.59	0.15	0.7	1.1	0.9	0.85	1.2	0.95	1.25	1.05	1.73	30.75
9	3.1	0.15	0.62	1	0.65	2.25	1	0.9	1	1.57	2.63	13.87
10	2.95	0.12	0.27	0.95	0.9	1.87	0.85	0.9	0.95	1.65	1.65	12.13
11	2.08	0.09	0.09	0.95	0.95	1.35	0.8	0.85	0.9	1.15	1.4	6.51
12	1.66	0.06	0.06	0.9	0.95	1.3	1.35	2.63	0.85	1.05	1.35	12.57
13	1.24	0.06	0.03	0.9	0.95	1.25	1.2	1.65	0.8	1.05	1.35	7.68
14	1.1	0.06	0.09	0.9	0.9	1.1	0.9	0.9	1.05	1.5	1.25	6.41
15	1.02	0.03	0.12	0.9	0.9	1.05	0.85	1	1	1.95	1.25	38.76
16	0.94	0.03	0.06	0.85	1.5	1.05	0.8	1.3	0.95	2.32	1.3	34.69
17	0.9	0	0	0.85	1.05	0.95	2.78	1.15	0.9	1.5	1.4	12.86
18	0.82	0	0	0.85	1.25	0.95	2.78	1.05	1	1.3	1.3	8.64
19	0.78	0	0	1	1.15	0.9	2.63	1.15	1.73	1.95	6.6	6.51
20	0.7	0	0.09	1.05	0.9	0.85	1.45	1.05	1.15	1.73	10.76	6.41
21	0.66	0	2.01	0.85	1.45	0.95	1.2	1.25	1.05	4.79	5.08	6.72
22	0.58	0	1.31	0.8	0.95	0.9	1.3	1.4	1	8.28	3.77	37.22
23	1.8	0	0.74	0.75	0.85	2.02	1.2	1.15	0.95	5.84	3.34	10.21
24	0.66	0	0.21	0.75	0.8	2.47	1.1	1	0.9	7.08	34.06	6.72
25	0.66	0	1.59	0.75	0.75	1.4	1.05	1.8	0.9	3.34	46.9	8.64
26	0.62	0	0.78	0.75	1.25	1	0.95	1.15	1.3	17.32	21.92	7.8
27	0.62	0	0.7	0.7	1	0.9	0.9	1.05	1.15	4.02	13.3	6.96
28	0.62	0	0.62	2.4	0.9	0.85	0.95	1	1.05	2.85	5.84	6.03
29	0.58	-	0.27	0.95	1.3	0.85	1	1.05	0.95	2.25	5.55	6.84
30	0.58	-	0.24	0.9	1.3	0.85	0.95	1	1.1	3.09	5.36	6.72
31	0.54	-	0.18	-	1.25	-	0.9	1	-	2.7	-	6.32

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2549)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6.22	4.02	5.46	1.68	1.35	1.59	1.12	0.9	1.12	1.35	2.04	1.68
2	5.94	3.93	5.36	2.04	1.35	1.42	1.12	0.83	1.12	1.27	1.95	1.59
3	5.36	3.93	4.98	1.12	1.2	1.86	1.2	0.83	1.12	1.35	2.4	0.75
4	7.08	3.93	4.89	1.12	1.35	1.59	1.2	0.83	1.2	1.27	9.68	0.75
5	7.2	3.77	4.79	1.12	1.35	1.42	1.2	0.83	1.12	1.12	4.93	0.83
6	5.84	3.68	4.7	1.05	1.2	1.35	1.12	0.75	1.12	1.12	4.55	0.97
7	5.46	3.68	4.7	1.5	1.27	1.35	1.12	0.83	1.05	1.12	3.3	0.9
8	5.36	3.6	4.62	1.42	1.35	2.67	1.05	0.83	1.05	0.97	2.49	0.9
9	6.32	3.6	4.62	1.42	1.2	2.76	1.05	0.75	1.12	0.97	2.31	0.97
10	6.13	3.85	4.53	1.35	1.35	1.35	1.05	0.75	1.2	0.97	4.8	0.97
11	5.94	4.44	4.53	1.2	1.27	1.27	1.12	0.75	1.2	0.97	2.76	1.2
12	5.84	17.64	4.36	0.97	1.27	1.27	1.12	0.83	1.12	0.9	4.05	0.97
13	5.55	11.84	4.28	1.5	1.2	1.27	1.2	0.83	1.27	1.05	2.76	1.05
14	5.36	45.15	4.28	1.42	1.35	1.2	1.2	0.83	1.12	1.12	2.76	2.04
15	5.27	6.96	4.19	1.35	1.42	1.05	1.2	0.97	1.12	1.27	1.59	2.76
16	5.18	6.72	4.19	1.35	1.42	1.05	1.2	0.97	1.12	1.35	9.17	5.67
17	4.89	8.28	4.19	1.27	1.27	1.2	1.12	1.05	0.97	1.27	6.6	2.31
18	4.89	7.92	4.02	1.27	1.42	1.12	1.05	0.97	0.9	1.2	5.42	6.92
19	4.79	6.13	4.02	1.42	1.35	1.12	0.97	1.05	0.9	1.42	4.8	5.55
20	4.62	5.65	4.02	1.42	1.42	1.12	0.97	1.12	0.75	9	4.55	5.96
21	4.53	6.03	4.11	1.42	1.77	1.12	0.97	1.12	0.67	4.3	4.17	5.17
22	4.02	5.36	3.68	1.35	2.04	1.2	0.9	1.12	0.6	4.68	4.05	3.3
23	3.85	10.62	3.93	1.35	2.94	1.12	0.97	1.05	0.75	3.55	3.21	2.94
24	3.77	5.08	3.93	1.27	2.85	1.2	0.97	1.05	0.9	3.55	3.12	2.67
25	5.18	5.46	4.02	1.35	2.85	1.27	0.9	1.05	0.83	3.21	2.31	2.4
26	5.08	5.65	4.11	1.35	2.13	1.27	0.83	1.12	0.67	3.03	2.22	2.31
27	4.79	5.55	4.11	1.42	2.22	1.2	0.75	1.12	0.67	3.03	2.22	2.22
28	4.19	5.46	4.02	1.35	2.13	1.2	0.75	0.9	0.97	2.85	2.22	3.21
29	4.19	-	4.02	1.27	2.04	1.12	0.67	0.67	1.05	2.67	1.77	3.55
30	4.11	-	3.93	1.27	1.77	1.05	0.6	0.67	1.12	2.22	1.77	5.8
31	4.02	-	3.93	-	1.5	-	0.6	0.6	-	2.13	-	3.43

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2550)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3.21	1.68	0.9	0.95	0.85	0.7	0.85	1.26	0.65	2.89	2.04	1.78
2	3.12	1.86	0.83	0.9	0.85	0.7	0.8	1.06	0.65	1.59	1.98	1.71
3	2.94	1.68	0.83	0.75	0.8	0.75	0.75	0.95	0.7	1.78	2.04	1.59
4	2.76	1.68	0.75	0.65	0.8	0.8	0.8	0.95	0.65	0.95	1.91	1.52
5	2.58	1.59	0.75	0.65	0.75	0.65	0.8	0.85	0.7	0.95	2.11	1.52
6	2.49	1.59	0.75	0.6	0.65	1.52	0.8	0.75	0.7	0.75	5.32	1.52
7	8.04	1.42	0.83	0.6	0.7	0.7	0.8	0.65	0.65	0.8	19.18	3.32
8	3.8	1.42	0.83	0.6	0.6	0.7	1.71	0.6	0.6	0.95	1.46	3.49
9	5.05	1.42	0.83	0.6	0.65	0.75	1.91	0.6	0.6	0.9	1.59	5.32
10	9.34	1.35	0.83	0.55	0.8	0.8	1.98	0.55	0.55	0.85	6.33	5.43
11	4.68	1.35	0.75	0.55	0.8	0.75	1.71	0.55	0.55	1.71	5.54	4.66
12	3.93	1.27	0.75	0.55	0.9	1.46	1.59	0.5	0.7	0.65	5.1	3.49
13	3.43	1.27	0.75	0.75	0.8	2.47	1.52	0.5	0.7	0.7	5.1	2.39
14	3.12	1.2	0.67	0.8	0.85	1.19	1.46	0.55	0.6	0.65	4.88	2.04
15	3.03	1.2	0.67	0.7	0.8	1.71	1.46	0.55	0.75	0.9	5.98	3.32
16	2.94	1.12	0.67	0.6	0.8	1.52	1.32	0.6	0.75	0.95	6.59	3.24
17	2.85	1.12	0.67	0.6	0.8	1.39	1.26	0.7	0.8	0.9	4.33	3.41
18	2.4	1.12	0.67	0.6	0.7	1.19	0.85	0.65	0.65	0.7	3.91	4.55
19	2.94	1.05	0.97	0.75	0.85	0.9	4.22	0.6	0.7	1.39	3.74	3.32
20	2.94	1.05	0.9	0.65	0.8	1.06	3.57	0.65	0.6	2.56	4.55	3.32
21	2.49	1.05	1.05	0.65	0.85	1.06	2.64	0.6	0.65	1.98	4	3.24
22	2.31	0.97	1.27	0.6	0.75	1	1.06	0.6	0.7	6.2	3.32	2.89
23	1.95	0.97	1.77	0.6	0.85	0.95	4.11	0.55	0.75	3.41	2.64	2.56
24	1.77	0.97	1.35	0.6	0.65	0.95	1.13	0.65	0.75	6.2	2.47	2.47
25	1.95	0.9	1.35	0.55	0.65	1	1.52	0.65	0.6	5.43	2.23	2.23
26	2.04	0.9	1.5	0.55	0.65	0.9	1.39	0.6	0.6	4.88	2.11	2.17
27	2.22	0.9	1.35	0.75	0.65	0.9	1.19	0.6	0.55	2.64	2.11	2.11
28	2.13	0.83	1.27	0.8	0.65	0.9	1.98	0.65	0.55	2.17	2.04	2.04
29	2.4	-	1.12	0.85	0.7	0.85	1.19	0.8	0.6	2.17	1.84	1.91
30	2.13	-	1.05	0.8	0.75	0.85	1.13	0.75	0.75	2.56	1.78	1.78
31	1.77	-	1.12	-	0.65	-	1.06	0.75	-	2.56	-	1.71

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2551)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3.57	1.71	1.26	1.23	1.44	1.23	0.74	0.54	1.86	0.6	1.16	17.23
2	7.37	1.78	1.19	0.81	1.37	2.18	0.67	1.02	1.72	0.81	1.09	12.6
3	7.37	1.78	1.32	0.74	1.58	1.16	0.67	0.74	1.37	0.6	1.09	8.88
4	4.99	1.59	1.26	0.67	1.37	3.26	0.67	0.6	1.23	3.94	1.09	7.36
5	7.5	1.59	1.19	1.09	0.81	5.34	0.67	0.54	1.23	1.51	1.16	6.32
6	5.98	1.52	1.13	1.58	0.95	2.36	0.6	0.48	1.37	1.16	1.37	6.18
7	4.33	1.46	2.04	1.37	1.58	2	0.6	0.48	1.3	0.81	1.86	20.8
8	4.88	1.46	1.84	1.16	0.81	3.94	0.6	0.48	1.16	0.67	1.51	12.6
9	3.32	1.46	1.71	0.54	0.95	2.63	0.74	0.42	1.16	0.6	2	8.88
10	3.06	1.39	1.59	0.54	1.09	1.93	0.74	0.42	1.09	4.36	7.93	7.36
11	2.73	1.39	1.52	0.54	1.02	1.86	0.67	0.42	1.02	2.54	4.5	6.98
12	2.56	1.32	1.13	0.48	1.23	2.54	0.67	0.42	1.02	2.54	17.77	6.6
13	2.47	1.32	1.06	0.48	3.08	1.44	0.6	0.42	0.74	2.81	13.04	6.32
14	2.39	1.32	1.06	0.48	1.93	1.37	0.74	0.36	0.67	1.51	4.36	4.08
15	2.23	1.19	1.26	0.42	0.95	1.3	0.6	0.42	0.67	1.3	4.36	3.71
16	2.17	1.19	1.26	0.42	1.23	1.23	0.54	0.36	0.67	1.16	3.8	3.53
17	2.11	1.19	1.19	0.48	1.16	1.16	0.6	0.36	0.67	3.35	3.26	3.44
18	5.76	1.13	1.19	0.95	1.09	1.16	0.6	0.67	1.16	1.51	2.9	4.92
19	3.32	1.13	1.13	1.23	1.02	0.95	0.6	0.6	1.16	2.45	4.08	4.5
20	2.39	1.13	1.13	0.48	0.95	0.95	0.54	0.6	1.16	1.58	23.2	4.36
21	2.23	1.13	1.06	0.42	1.23	0.88	0.54	1.02	1.09	1.37	24.1	4.22
22	1.98	1.06	1.06	0.42	1.09	1.02	0.95	1.09	1.09	1.3	13.92	3.53
23	1.71	1.06	1.06	0.88	1.23	1.16	0.67	0.81	0.54	1.3	13.92	3.44
24	1.65	1.06	1	5.34	1.44	1.16	0.6	1.23	0.48	1.23	14.14	3.44
25	1.78	1.06	1	2.27	1.44	1.3	0.54	1.16	0.67	1.16	37.1	4.64
26	1.78	1.19	1.13	1.65	1.23	0.95	0.54	1.16	0.42	1.51	44.36	3.71
27	1.71	1.19	1.13	0.95	1.09	0.95	0.54	1.16	0.42	1.44	16.69	7.36
28	2.23	3.06	1.06	2.18	1.16	0.81	0.67	1.16	0.36	1.65	7.36	5.34
29	1.71	1.59	1.19	3.17	1.16	0.81	0.6	1.09	0.48	1.37	6.98	3.53
30	1.71	-	1.13	1.44	1.09	0.81	0.54	1.65	0.42	1.23	18.85	3.35
31	1.71	-	1.13	-	1.02	-	0.54	1.65	-	1.16	-	3.08

ตาราง 33 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2552)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	21.4	2.09	1.3	1.48	1.26	1.19	0.56	0.77	1.05	1.26	2.28	1.4
2	17.77	2	1.44	3.57	1.19	1.19	0.56	0.7	1.05	2.2	2.04	1.33
3	15.34	2	1.37	3.69	2.2	1.12	0.56	0.7	0.98	1.64	12.2	2.28
4	9.64	1.93	1.3	2.84	2.2	1.12	0.77	0.7	0.91	1.48	29.86	3.34
5	7.74	1.86	1.37	2.28	1.12	1.05	0.63	0.7	0.91	1.33	43.54	6.9
6	4.92	1.86	1.37	2.2	0.98	1.05	0.63	0.63	0.91	1.72	24.6	4.38
7	4.78	1.79	1.37	3.46	1.19	1.05	0.63	0.77	0.84	1.48	19.3	3.46
8	4.08	1.79	1.3	2.6	1.19	0.98	0.7	1.12	0.84	1.4	18.42	2.84
9	3.94	1.72	1.3	1.88	1.12	0.84	0.91	1.12	1.56	1.26	6.6	2.92
10	3.71	1.65	1.3	4.73	1.12	0.84	0.91	1.05	1.12	1.26	6.32	2.84
11	3.62	1.65	1.23	4.04	2.52	0.84	0.91	0.98	1.12	1.19	4.49	2.76
12	3.53	1.58	1.23	2.36	2.92	0.77	1.96	0.98	0.98	1.19	3.34	2.76
13	3.35	1.58	1.23	2.28	1.64	0.77	1.05	0.91	0.98	1.05	2.52	2.2
14	3.17	1.58	1.23	1.96	2.68	0.77	0.84	0.91	1.05	1.12	2.36	1.8
15	3.08	1.51	1.23	2.52	1.56	0.7	0.84	0.84	0.98	0.98	2.28	1.64
16	3.08	1.51	1.37	2.36	2.92	0.7	0.77	0.84	0.98	2.28	2.12	1.64
17	2.99	1.51	1.44	2.36	2.12	0.7	0.7	0.84	0.98	1.48	1.96	2.28
18	2.81	1.44	1.37	2.28	1.56	0.63	0.63	0.77	0.98	1.48	2.04	3.34
19	2.72	1.44	1.37	2.28	2.6	0.63	0.63	1.4	1.05	1.33	2.04	2.44
20	2.63	1.44	1.37	2.36	1.8	0.56	0.63	1.05	0.98	1.72	3	3.92
21	2.45	1.37	1.3	2.28	1.64	0.77	0.63	0.91	1.05	1.72	6.17	3.46
22	2.27	1.37	1.3	2.28	1.64	0.77	0.7	0.91	0.98	1.56	2.92	3.57
23	2.27	1.37	2.18	1.4	2.04	0.77	0.63	0.91	1.56	1.19	2.84	3.23
24	2.18	1.37	2.36	1.4	2.04	0.77	0.63	0.91	2.36	1.05	2.76	2.52
25	2.18	1.3	2.81	1.4	1.72	0.7	0.63	1.96	1.96	0.98	2.76	2.28
26	2.09	1.3	2.18	1.33	1.33	0.7	0.56	1.33	2.36	1.64	1.8	2.2
27	2	1.3	1.51	1.33	1.26	0.7	0.56	1.19	2.2	1.19	1.8	2.04
28	2.18	1.3	2.18	1.26	1.26	1.05	0.56	1.12	1.48	6.9	1.64	1.96
29	2.09	-	1.37	1.26	1.19	0.77	0.56	1.05	1.26	1.8	1.56	1.88
30	2.09	-	1.44	1.26	1.19	0.63	0.56	1.05	1.26	2.36	1.64	1.88
31	2.09	-	1.51	-	1.19	-	0.56	1.05	-	2.36	-	1.88

ตาราง 34 ข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่ารายวัน (ลบ.ม./วินาที) พื้นที่รับน้ำ A2 (พ.ศ. 2546 – พ.ศ.2553)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2546)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	6.2	2.9	3.2	5.8	3.6	2.1	1.8
2	-	-	-	-	-	14.05	2	3.3	4.6	3.5	2	1.8
3	-	-	-	-	-	6.4	2.5	12.75	3.9	3.1	2	1.8
4	-	-	-	-	-	3.7	2.4	16.5	8.5	2.9	1.9	1.7
5	-	-	-	-	-	2.5	2	13	12	4.2	1.8	1.7
6	-	-	-	-	-	1.8	2.9	17.55	8.75	4.8	1.7	1.7
7	-	-	-	-	-	1.9	3.7	12.5	8.5	4	1.7	1.7
8	-	-	-	-	-	1.3	3	10.25	8.75	3.4	1.6	1.7
9	-	-	-	-	-	1	2.9	9	11.25	3.5	1.6	1.6
10	-	-	-	-	-	1	2.8	8	16.15	3.7	1.5	2.4
11	-	-	-	-	-	0.8	2.7	8	13	3.4	1.5	2.5
12	-	-	-	-	-	0.8	3.8	7	15.8	3.5	1.7	2
13	-	-	-	-	-	0.8	3.7	34	13	3	1.6	1.8
14	-	-	-	-	-	0.8	4	17.55	10.25	3.7	4.4	1.6
15	-	-	-	-	-	1	3.9	15.45	12.25	4.8	4.2	1.6
16	-	-	-	-	-	1	3.7	12	9	3.5	2.2	1.6
17	-	-	-	-	-	2.9	3.6	9	6.6	3.1	2.5	1.6
18	-	-	-	-	-	2.1	3	12.25	4.4	3.2	2.5	1.5
19	-	-	-	-	-	2.8	3.5	14.4	4.2	3.6	2.4	1.5
20	-	-	-	-	-	2.4	9	20	4	3.3	2.3	2.1
21	-	-	-	-	-	2.8	12.75	15.45	3.2	3.8	2.3	1.8
22	-	-	-	-	-	2.6	31	12.5	2.8	3.8	2.1	1.5
23	-	-	-	-	-	2.2	16.5	10.5	3.1	3.3	2.1	1.4
24	-	-	-	-	-	1.9	11.75	9	2.3	4.8	2.2	1.4
25	-	-	-	-	-	1.6	8.75	7.2	2	3.8	2.2	1.4
26	-	-	-	-	-	1	6.6	6.6	2.4	3.2	2.3	1.4
27	-	-	-	-	-	1	5	6	9	3.1	2	1.5
28	-	-	-	-	-	0.8	4.8	5.2	4.2	2.9	1.9	1.3
29	-	-	-	-	-	0.8	4	4.2	4.2	2.8	2	1.4
30	-	-	-	-	-	0.9	3.7	4	3.6	2.5	1.9	1.5
31	-	-	-		-	-	3.3	8	-	2.4	-	1.4

ตาราง 34 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2547)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.1	3.3	2.5	0.25	0.9	2.2	18.55	15.05	4	1	0.8	0.55
2	1.1	3.3	2.5	0.4	0.95	1.8	15.4	14.7	3.2	1	0.8	0.5
3	1.3	3.3	2.3	0.45	0.9	1.2	9.6	14	3	1.6	0.8	0.5
4	1.3	3	2.6	0.4	1	1	8.5	14	3	1.4	0.7	0.5
5	1.3	3	2.3	0.55	1	1	6.93	14	3	0.8	0.7	0.5
6	1.2	3	2.2	0.5	1	2.2	4.9	16.8	3	0.8	0.7	0.5
7	1.3	2.2	2	0.4	1.7	3.4	4.8	15.75	2.5	0.65	0.7	0.5
8	1.3	2.9	2.5	0.55	2.1	7.1	4.5	13.45	2.4	0.8	0.65	0.5
9	1.3	2.9	2.5	0.5	1.3	7.1	4.1	14.7	2	0.65	0.65	0.5
10	1.3	3.2	2.2	0.75	1.5	4.7	3.7	11.25	2	0.55	0.8	0.5
11	1.3	3	2.1	0.55	1.3	4.4	3	8.5	2	0.85	0.7	0.5
12	1.3	2.8	2	0.6	2.9	4	3.3	6.57	2	0.9	0.7	0.5
13	1.3	2.8	2	0.4	1	4.4	2.6	6.05	1.6	0.9	0.7	0.5
14	1.3	2.7	4	0.7	0.85	6.93	1.1	5.52	1.5	1	0.7	0.5
15	1.2	2.6	3.4	0.25	2	10.98	2.4	5	1.9	0.8	0.7	0.5
16	0.9	2.8	5.4	0.15	1.8	11.25	2.7	7.63	1.5	0.8	0.65	0.5
17	1	2.6	4.6	0.25	3.5	7.28	2.5	12.9	2	0.8	0.65	0.5
18	1	2.6	3.8	0.25	1.9	6.23	2.5	10.15	2	0.8	0.65	0.5
19	1	2.7	3.9	1.1	1.1	5	2.6	16.8	2.2	0.8	0.65	0.5
20	1.1	2.7	6.2	0.75	1.5	5	2.3	21.5	3	0.8	0.65	0.5
21	2.6	2.8	12	0.45	1.1	4.4	3	30.5	3	0.8	0.6	0.5
22	2.7	2.6	6.4	0.5	1.7	4.7	3.6	63.2	3	0.8	0.6	0.5
23	1.9	2.7	7	0.7	2.5	4.4	4.9	15.05	2.5	0.8	0.6	0.4
24	1.9	2.5	8.25	0.55	3.3	4.1	3.3	7.45	2.5	0.8	0.6	0.4
25	2.1	2.5	8.25	0.8	5.7	3.7	5.52	5.17	2.1	0.8	0.55	0.45
26	2.8	2.4	6	1	5.88	3.3	19.25	4.1	2.3	0.8	0.55	0.5
27	3.3	2.4	6.6	1.3	3.7	3.5	11.25	4	1.1	0.8	0.55	0.5
28	3.1	2.4	7.4	0.85	3.2	3.3	14	3.6	1.1	0.8	0.55	0.5
29	3	2.4	7.4	0.9	2.3	3.3	14	6.93	1	0.8	0.55	0.45
30	3.1	-	6.6	1	2	11.8	15.05	6.75	1	0.75	0.55	0.45
31	3.2	-	6.2	-	2	-	14	4.7	-	0.75	-	0.45

ตาราง 34 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2548)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.5	0.4	0.5	0	7	3.7	0.77	32.2	2.52	2.8	2.52	0.7
2	0.5	0.35	0.5	0	6.28	2.66	1.12	14.26	1.96	1.96	2.38	0.91
3	0.4	0.5	0.5	0	6.76	2.52	1.19	14.73	1.4	1.96	2.1	1.68
4	0.4	0.6	0.45	0	4.24	4.42	2.8	15.2	1.4	1.54	2.24	1.4
5	0.4	0.65	0.4	0	3.88	9.45	5.8	9.1	1.4	1.82	2.1	1.12
6	0.4	0.65	0.35	0	3.16	2.1	7	10.15	1.26	1.54	1.82	1.4
7	0.5	0.5	0.55	0	3.52	11.44	6.52	10.15	1.26	1.68	3.16	1.19
8	0.5	0.45	0.85	0	6.52	8.05	5.8	10.15	1.12	1.68	1.4	1.26
9	0.5	0.4	0.8	0	2.38	8.4	4.84	9.8	1.05	1.4	1.19	1.19
10	0.5	0.35	0.8	0	1.82	1.96	3.34	7.7	0.91	1.33	1.19	0.84
11	0.5	0.35	0.7	0	1.33	0.77	2.8	4.42	0.77	1.26	1.4	0.98
12	0.5	0.3	0.7	0	3.52	1.05	2.52	7	0.7	1.26	2.52	1.12
13	0.7	0.25	0.55	0	1.4	0.7	1.68	29.6	1.12	1.26	1.26	0.98
14	0.8	0.2	0.8	0	1.19	0.7	1.54	7.7	2.98	1.19	1.19	0.77
15	0.8	0.2	1	0	1.19	1.33	1.4	7.7	5.08	1.26	0.98	0.77
16	0.8	0.2	1	0	1.33	0.84	1.4	6.04	4.42	2.24	0.77	0.7
17	0.7	0.25	0.85	0	1.19	3.16	1.68	5.56	4.42	2.66	0.62	0.7
18	0.7	0.25	0.85	0	1.33	1.68	1.68	5.32	8.75	3.34	0.7	0.62
19	0.3	0.3	0.85	0	1.4	0.98	1.4	3.88	33.76	2.8	1.19	0.62
20	0.4	0.3	0.75	0	1.4	0.91	1.4	3.88	8.05	3.16	1.12	0.58
21	0.55	0.3	0.75	0	1.4	0.84	3.7	3.88	3.88	2.38	0.91	0.54
22	0.7	0.35	0.7	0	1.33	0.91	6.04	3.7	4.24	3.88	0.7	0.58
23	0.6	0.4	0.65	0	1.26	2.24	6.76	3.7	3.34	2.66	0.77	0.58
24	0.3	0.4	0.75	0	1.12	0.98	7.35	3.52	2.98	2.98	0.98	0.54
25	0.25	0.4	0.8	0	1.12	0.98	6.76	2.52	2.98	2.66	0.98	0.54
26	0.25	0.45	0.8	0	1.05	0.91	3.7	2.38	4.24	2.8	0.84	0.62
27	0.2	0.45	0.75	0	1.05	0.84	3.34	2.24	8.05	1.96	0.7	0.7
28	0.3	0.5	0.75	0	1.05	0.77	4.42	2.1	4.6	1.4	0.84	0.7
29	0.3	-	0.7	0	1.05	0.62	24.62	2.1	3.7	1.26	0.84	0.62
30	0.35	-	0.7	0	1.05	0.62	30.9	2.24	2.8	1.68	0.84	0.54
31	0.35	-	0.7	-	3.52	-	22.46	2.1	-	2.1	-	0.54

ตาราง 34 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2549)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.46	0.3	0.12	2	2.94	2.84	3.99	10.6	3.57	39.75	0.95	0.25
2	0.42	0.3	0.12	2.94	3.05	2.73	10.86	10.34	3.68	8.26	0.95	0.25
3	0.42	0.3	0.12	2.31	2.94	3.26	9.56	9.56	3.26	9.3	0.95	0.25
4	0.46	0.3	0.12	2.73	6.05	2.84	7.02	24.72	3.16	12.16	0.95	0.25
5	0.46	0.3	0.12	2.84	20.4	2.94	6.83	14.64	3.16	20.88	0.95	0.25
6	0.34	0.3	0.12	2.73	20.4	3.68	5.85	11.64	2.94	10.34	0.95	0.25
7	0.38	0.3	0.09	2.73	20.88	3.57	5.27	19.32	2.84	7.81	0.8	0.25
8	0.34	0.3	0.12	2.31	3.99	3.36	4.88	11.64	2.94	6.05	0.88	0.35
9	0.34	0.24	0.09	2.94	3.89	3.36	5.08	16.08	2.94	5.66	1.03	0.35
10	0.38	0.24	0	2.31	3.99	3.36	5.08	11.12	2.73	26.64	1.03	0.35
11	0.38	0.24	0	2	3.99	5.08	8.78	9.3	2.31	8.78	1.03	0.35
12	0.38	0.24	0	2.1	3.89	3.89	8.52	8.78	2.21	7.02	1.03	0.4
13	0.38	0.24	0	1.78	7.22	3.68	7.61	8.52	3.16	6.83	0.88	0.35
14	0.38	0.24	0.03	2.52	3.99	3.79	18.6	29.52	4.29	6.83	0.5	0.25
15	0.34	0.24	0.12	1.85	2.94	4.49	13.2	40.4	7.02	6.05	0.5	0.25
16	0.34	1.96	0.12	1.25	3.36	3.89	16.08	41.05	6.83	6.44	0.45	1.7
17	0.38	1.05	0	1.18	6.05	4.68	11.38	18.6	3.99	6.44	0.35	0.5
18	0.34	0.54	0	1.4	16.8	5.08	9.3	11.38	3.68	2.63	0.35	0.3
19	0.34	0.5	0	1.85	18.96	5.27	9.04	12.94	3.26	2.42	0.35	0.25
20	0.3	0.27	0	1.63	16.8	5.27	7.61	7.02	2.73	2.1	0.3	0.25
21	0.3	0.24	0.24	1.78	12.94	4.88	7.22	5.85	2.84	2.1	0.25	0.25
22	0.34	0.18	0.3	2.42	9.3	4.88	6.83	5.08	2.73	1.63	0.25	0.25
23	0.34	0.18	0.38	1.55	8	4.49	6.63	3.89	3.05	1.55	0.35	0.25
24	0.34	0.18	0.24	1.32	9.3	4.1	7.22	3.89	3.47	1.55	0.4	0.25
25	0.3	0.27	0.18	3.05	7.02	3.79	6.83	4.68	5.46	1.55	0.25	0.25
26	0.3	0.21	0.18	2.1	5.27	8	6.44	5.08	15.72	1.55	0.25	0.25
27	0.3	0.18	0.21	1.7	4.68	4.49	6.83	3.57	20.88	1.55	0.25	0.25
28	0.3	0.12	0.24	1.7	4.1	4.1	6.05	3.57	15	1.32	0.25	0.25
29	0.3	-	0.18	1.78	3.57	3.68	6.05	3.36	11.38	1.25	0.25	0.25
30	0.3	-	0.24	1.63	3.36	3.57	46.6	3.47	6.25	1.1	0.25	0.25
31	0.3	-	0.18	-	3.05	-	10.86	7.61	-	0.95	-	0.25

ตาราง 34 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2550)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.25	0.5	0.35	0	1.65	1.49	3.3	4.6	2.48	8.24	0	2.52
2	0.25	0.4	2	0	1.32	1.49	3.13	3.13	2.31	15.74	0	2.52
3	0.25	0.4	0.25	0	0	1.49	2.48	3.13	2.14	18.33	0	2.52
4	0.25	0.45	0	0	1.98	1.49	6.42	3.13	1.81	19.44	0	2.24
5	0.25	0.45	0	0	2.31	1.49	9.47	2.97	1.65	11.42	0	2.24
6	0.25	0.45	0	0	2.97	1.49	16.85	2.97	1.65	29.96	0	2.24
7	0.45	0.45	0	0	2.48	1.49	19.44	2.31	2.31	10.13	0	2.24
8	5.27	0.45	0	0	2.48	1.49	18.7	2.81	2.48	5.12	0	2.24
9	8.26	0.5	0	0	2.48	1.16	22.4	16.85	2.48	4.34	0	2.24
10	8	0.5	0	0	5.38	0.83	19.44	12.08	2.48	2.31	0	2.24
11	8	0.5	0	0	12.08	0.83	12.08	8.82	2.48	1.49	0	2.24
12	8	0.5	0	0	7.72	0.83	17.96	2.81	2.48	1.49	0	2.24
13	8	0.5	0	0	6.68	0.83	16.85	3.13	2.48	1.65	0	2.24
14	7.61	0.5	0	0	3.13	0.83	13.37	15.37	9.47	1.49	0	2.24
15	7.42	0.5	0	0	2.48	0.99	12.72	10.13	3.82	1.65	0	1.96
16	7.22	0.5	0	0	2.48	1.16	10.13	18.7	11.1	1.65	0	1.96
17	7.22	1.25	0	0	2.48	1.32	7.2	12.08	14.35	1.16	0	1.96
18	7.22	0.4	0	0	1.98	2.14	6.94	12.4	11.75	0.83	0	2.24
19	7.42	0.65	0	0	1.81	6.42	4.34	15	8.5	0.83	0	2.24
20	8.78	0.4	0	0	1.81	4.08	3.82	10.13	4.6	7.2	0	2.24
21	8.78	0.4	0.1	0	1.81	2.81	3.3	10.77	6.42	0.83	0	1.96
22	9.04	0.3	0.1	0	1.81	1.49	3.56	11.1	6.42	0.83	2.8	1.96
23	9.04	0.25	0.15	0	1.81	1.32	3.82	7.2	5.64	3.82	2.8	1.96
24	9.04	0.25	0.2	0	1.81	1.65	2.48	3.3	4.6	7.72	2.8	1.96
25	9.04	0.25	0.05	0	1.81	3.13	2.48	4.6	7.2	3.3	2.8	1.96
26	9.3	0.35	0	0	1.81	21.66	2.48	4.6	7.72	2.31	2.52	1.96
27	9.3	0.35	0	0	1.16	11.42	2.48	2.64	6.94	1.81	2.52	1.96
28	9.3	0.3	0	0	1.32	6.68	2.48	2.48	5.38	1.81	2.52	1.96
29	9.3	-	0	1.32	1.16	4.6	2.48	2.31	3.3	0.99	2.52	1.96
30	9.3	-	0.1	1.65	1.16	3.56	2.48	2.48	7.2	0.83	2.52	1.96
31	9.3	-	0.2	-	1.32	-	2.64	2.64	-	0.49	-	1.96

ตาราง 34 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2551)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.96	1.68	1.68	0	0	2.36	3.34	2.5	0.16	5.8	5.32	3.13
2	1.96	1.68	1.68	0	0.14	2.5	3.34	1.94	0.29	5.56	5.32	3.13
3	1.96	1.68	1.68	0	7.9	2.36	2.5	5.8	0.47	5.56	5.08	3.13
4	1.96	1.68	1.68	0	31.28	2.36	1.8	3.76	1.52	5.8	4.18	3.13
5	1.96	1.68	1.68	0	5.56	2.36	3.55	3.55	0.65	5.32	3.97	2.92
6	1.96	1.68	1.68	0	3.34	2.36	3.34	6.28	1.24	4.84	3.55	1.94
7	1.96	1.68	1.68	0	5.56	1.8	3.55	3.76	4.84	4.84	3.55	1.8
8	1.96	1.68	1.68	0	1.66	0.83	5.08	3.55	6.52	4.84	3.55	1.8
9	1.96	1.68	1.68	0	5.8	0.47	3.76	2.5	11.7	4.39	3.55	1.8
10	1.96	1.68	1.68	0	7.6	0.2	3.13	1.66	10	3.55	4.84	1.8
11	1.96	2.24	1.68	0	11.36	1.01	2.71	1.52	10	3.76	5.32	1.8
12	1.96	2.52	1.68	0	23.3	22.3	2.36	1.66	11.02	3.55	4.6	1.8
13	1.96	2.24	1.68	0	11.02	16.2	2.08	1.24	25.3	3.55	3.55	1.8
14	1.68	2.24	1.68	0	12.04	20.04	1.8	0.74	11.36	2.92	3.55	1.8
15	1.68	2.24	1.68	0	20.04	14.6	1.8	0.65	5.8	2.71	3.55	1.8
16	1.68	2.24	1.68	0	20.48	7.9	1.66	0.65	10	5.08	3.34	1.8
17	1.68	2.24	1.68	0	10.34	5.8	1.52	0.47	10.34	5.32	3.34	1.8
18	1.68	2.24	1.68	0	6.04	5.32	1.52	0.47	9.1	5.56	3.13	1.8
19	1.68	2.24	1.68	0	5.8	4.84	1.52	0.47	5.56	5.32	3.13	1.94
20	1.68	2.24	1.68	0	13.8	2.5	1.38	0.38	5.8	4.18	3.13	1.94
21	1.68	2.24	1.68	0	8.5	1.8	1.38	0.56	5.8	5.08	3.13	1.94
22	1.68	2.52	1.68	0	5.8	8.5	0.74	0.74	7	3.55	3.13	2.36
23	1.68	2.24	1.68	0	5.8	7.6	0.65	0.56	6.04	3.55	3.13	2.36
24	1.68	2.24	1.68	0.1	5.8	10.34	8.8	0.38	6.76	3.13	3.55	2.36
25	1.68	2.24	1.68	0.02	5.8	7	7.6	0.38	6.04	4.6	4.84	2.36
26	1.68	2.24	1.68	0.02	2.36	7	6.76	0.65	5.56	6.04	6.28	2.36
27	1.68	2.24	1.68	0.02	2.36	5.8	5.56	0.2	10.34	5.8	3.76	2.36
28	1.68	1.96	1.68	0.65	2.36	5.32	4.84	0.2	8.5	4.84	3.34	2.36
29	1.68	3.4	1.68	0	2.36	3.97	3.76	0.2	6.76	8.2	3.13	2.36
30	1.68	-	1.68	0	2.36	3.55	2.71	0.18	6.04	6.28	3.13	2.36
31	1.68	-	1.68	-	2.36	-	2.92	0.18	-	5.56	-	2.36

ตาราง 34 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2552)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.36	1.8	1.1	0.22	2.6	3	2.2	4	5	5.4	2	0.71
2	2.36	1.8	1.1	0.22	2.6	3	2	4	4	23.5	1.6	0.71
3	2.36	1.8	1.1	0.22	2.6	9.4	1.8	6.6	3.4	9.8	1.6	0.51
4	2.36	1.8	1.1	0.22	2	27	1.6	4.2	4.6	9.8	1.6	0.51
5	2.36	1.8	1.1	0.22	1.8	13	1.6	4.2	12.6	9.4	1.6	0.51
6	2.36	1.8	1.1	0.22	1.8	7.8	1.4	4.8	17.72	5.8	0.85	0.51
7	2.36	1.8	1.1	0.22	4.2	4.8	1.2	4.8	10.2	6.2	0.76	0.51
8	2.36	1.8	1.38	0.22	4.4	4.4	1	7.8	7.8	5.4	0.95	0.51
9	2.36	1.8	1.24	0.22	3.4	4.2	1	6.2	13	4.8	0.95	0.51
10	2.36	1.8	1.1	0.22	3.2	4	0.95	7	10.6	4.6	0.95	0.51
11	2.36	1.8	1.1	0.41	3.8	4.2	3	4.6	7.8	9.8	0.95	0.51
12	2.36	1.8	1.1	0.71	3.8	4.2	18.78	4.2	6.2	9	0.95	0.51
13	2.36	1.24	0.83	0.71	3.8	4.2	18.78	3.8	5.4	4.6	0.95	0.51
14	2.36	0.92	0.65	0.71	3.8	4.2	10.6	3.6	4.8	4.4	0.85	0.51
15	2.36	0.83	0.65	0.71	4	4.2	6.6	3.2	3.8	3	0.85	0.41
16	2.36	0.83	0.65	0.71	2.2	5.8	8.6	3.4	3.2	1.8	0.85	0.36
17	2.36	0.83	0.65	0.71	2.6	11.8	21.4	3.4	2.6	1.8	0.85	0.17
18	2.36	0.83	0.65	0.71	2	34.7	18.25	2.6	3	2.4	0.85	0.36
19	2.36	1.01	0.65	0.71	2	11	12.2	2.8	2.4	2.4	0.85	0.36
20	2.36	1.1	0.65	0.51	3	11	9.8	2	5.4	2.4	0.76	0.36
21	2.36	1.1	0.65	2.2	3	11	9	1.2	2.4	2.4	0.76	0.41
22	2.36	1.1	0.56	3.6	2.2	11	11.8	2.4	4.2	2	0.76	0.41
23	2.36	1.1	0.56	4	2	11	10.6	6.2	3.8	1.8	0.76	0.41
24	2.36	1.1	0.56	4	2	11	11	17.72	7.8	1.8	0.76	0.41
25	2.36	1.1	0.56	3.2	2	11	10.2	6.6	6.2	2	0.76	0.51
26	2.36	1.1	0.56	2.6	3.4	11	7.4	4.4	7.4	2	0.76	0.51
27	2.36	1.1	0.56	2.6	4.2	5	5.8	4.2	13.52	2	0.71	0.51
28	2.36	1.1	0.56	2	4	4.4	5	3.4	7.4	1.6	0.71	0.51
29	2.36	-	0.56	2.6	5	2.8	4.4	3.8	5.4	1.6	0.71	0.51
30	2.36	-	0.56	2.6	5	2.2	4	4	6.6	1.6	0.71	0.51
31	2.36	-	0.56	-	4.4	-	4	6.6	-	2	-	0.51

ตาราง 35 ข้อมูลปริมาณการไหลน้ำท่ารายวัน (ลบ.ม./วินาที) พื้นที่รับน้ำ A3 (พ.ศ. 2541 – พ.ศ.2548)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2541)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	-	0.76	1	5.58	2.52	1.56	2.07
2	-	-	-	-	-	-	0.64	0.94	6.04	2.34	1.56	1.89
3	-	-	-	-	-	-	0.58	1	4.7	4.59	1.56	1.72
4	-	-	-	-	-	-	0.52	1	3.6	5.36	1.4	1.64
5	-	-	-	-	-	-	0.46	1.24	3.33	4.92	1.56	1.56
6	-	-	-	-	-	-	0.28	4.26	2.88	6.64	1.56	1.48
7	-	-	-	-	-	-	0.24	5.36	2.43	16.67	1.72	1.4
8	-	-	-	-	-	-	0.46	4.7	2.43	10.8	1.4	1.32
9	-	-	-	-	-	-	0.82	3.71	2.7	6.28	1.4	1.56
10	-	-	-	-	-	-	1.48	2.7	3.33	5.25	1.72	1.32
11	-	-	-	-	-	-	1.98	2.52	3.15	5.36	1.48	1.16
12	-	-	-	-	-	-	1.98	2.61	2.61	4.37	1.56	1.16
13	-	-	-	-	-	-	2.07	2.34	4.15	3.51	1.4	1.08
14	-	-	-	-	-	-	2.25	1.8	5.47	3.42	1.32	1
15	-	-	-	-	-	-	2.61	1.56	5.47	3.93	1.56	0.94
16	-	-	-	-	-	-	2.34	2.52	5.92	5.47	5.25	0.82
17	-	-	-	-	-	-	1.98	2.97	5.92	4.92	9.89	0.88
18	-	-	-	-	-	-	1.72	1.98	4.7	4.04	7.48	0.82
19	-	-	-	-	-	-	1.48	1.89	4.59	3.6	4.48	0.94
20	-	-	-	-	-	-	1.32	3.42	7.36	3.24	3.06	1
21	-	-	-	-	-	-	1.16	3.33	12.68	2.88	2.34	0.82
22	-	-	-	-	-	-	1.32	3.42	10.54	2.97	2.79	0.88
23	-	-	-	-	-	-	2.52	3.15	6.52	2.61	3.06	0.64
24	-	-	-	-	-	-	2.79	2.34	4.81	2.34	2.43	0.58
25	-	-	-	-	-	-	1.89	1.89	4.37	2.52	2.16	0.52
26	-	-	-	-	-	-	1.08	1.8	3.93	2.07	1.98	0.64
27	-	-	-	-	-	-	1.24	1.48	3.6	1.89	2.61	0.52
28	-	-	-	-	-	-	1	1.48	3.06	1.8	2.52	0.58
29	-	-	-	-	-	-	1	1.08	2.79	1.72	2.07	0.64
30	-	-	-	-	-	-	1.08	4.37	2.7	1.64	1.89	0.52
31	-	-	-	-	-	-	1.4	6.64	-	1.56	-	1.64

ตาราง 35 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2542)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.89	0.7	0.46	1.61	1.25	1.43	2.3	0.48	1.9	1.66	2.97	0.82
2	1.89	0.7	0.52	1.43	0.98	1.61	3.36	0.32	1.7	1.66	2.01	0.73
3	1.48	0.7	0.52	1.16	1.52	1.16	3.25	0.72	3.25	0.82	2.12	0.73
4	0.88	0.82	0.52	1.16	2.2	1.34	2.81	0.4	6.04	0.54	5.9	0.44
5	0.82	0.82	0.52	1.43	1.16	2.5	2.6	0	7.35	1.2	7.53	0.24
6	0.64	0.7	0.58	1.52	1.16	3.03	2.2	0	17	0.73	5.9	0.19
7	0.64	0.7	0.52	1.8	1.34	2.4	1.61	0	8.85	0.63	5.58	0.22
8	0.52	0.7	0.58	1.7	1.16	1.9	1.34	0	6.04	0.54	4.95	0.34
9	0.46	0.64	0.64	2.1	0.98	1.61	1.16	0	4.4	2.01	2.12	1.01
10	0.36	0.7	0.58	1.9	1.16	1.61	0.89	0	3.58	1.78	2.01	1.01
11	0.36	0.76	0.58	1.8	1.8	2.4	0.8	0	2.81	0.18	2.35	0.82
12	0.32	0.94	0.58	1.8	2	2.1	0.64	0	2.5	0.15	2.24	0.82
13	0.32	0.82	0.58	1.61	2.2	2	0.64	0	2.2	0.92	2.12	0.92
14	0.32	0.82	0.58	1.52	1.9	3.03	3.14	0	0.82	2.47	2.24	0.73
15	0.2	0.76	0.58	1.7	0.64	4.52	2.6	0	1.54	2.47	2.24	0.73
16	0.24	0.7	0.58	1.9	1.9	4.04	1.8	0	1.11	0.92	2.24	0.63
17	0.2	0.7	0.58	1.8	2	3.69	1.16	0	0.54	0.44	1.31	0.63
18	0.2	0.64	0.58	1.8	1.8	2.6	0.8	1.25	1.2	0.24	1.2	0.63
19	0.12	0.64	0.46	2.1	1.25	2.2	0.4	2.4	1.31	0.19	1.2	0.63
20	0.76	0.64	0.4	2	4.04	1.9	0.89	2.92	1.31	0.92	0.82	0.44
21	0.52	0.64	0.36	1.8	5.26	1.8	1.52	5	1.66	0.82	0.82	0.54
22	0.16	0.58	0.36	7.05	4.04	1.9	2.6	4.16	1.66	0.54	1.01	0.44
23	0.04	0.58	0.4	5.91	3.03	1.8	3.25	6.45	1.43	0.73	0.92	0.34
24	0	0.52	0.36	3.47	2.6	1.7	2.81	7.05	1.01	3.23	0.25	0.25
25	0	0.58	0.36	2.2	2.3	1.61	2	9	1.11	7.03	0.19	0.22
26	0	0.58	0.7	2.81	2	1.43	1.61	6.04	1.31	7.03	0.15	0.21
27	0	0.58	0.7	3.03	1.7	1.16	1.34	4.88	1.2	2.6	0.24	0.21
28	0	0.52	0.58	2.7	1.43	0.89	1.16	3.8	1.01	2.6	0.54	0.21
29	0	-	0.58	2.1	1.34	1.43	1.07	3.25	1.01	2.12	2.6	0.21
30	0	-	1	1.61	1.16	2.1	0.98	2.6	1.01	2.01	1.43	0.21
31	0.58	-	0.88	-	1.16	-	0.72	2.1	-	2.85	-	0.21

ตาราง 35 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2543)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.19	0.21	0.18	0	0.68	3.78	3.66	0.36	0.3	3.42	3.54	1.08
2	0.19	0.22	0.18	0	0.84	2.4	3.42	0.3	0.12	2.12	5.25	1.08
3	0.25	0.22	0.18	0	0.68	2.9	3.42	0.24	0	2.12	4.02	2.3
4	0.22	0.24	0.18	0	0.6	3	2.21	0.42	0	3.42	3.3	1.24
5	0.22	0.22	0.18	0	0.48	1.94	1.4	0.36	0.84	3.1	2.6	0.6
6	0.21	0.21	0.19	0	0.6	1.16	1	0.36	0.92	1.85	1.94	0.24
7	0.22	0.21	0.18	0	1.24	0.84	0.68	0.76	1	1.58	1.58	0.24
8	0.21	0.22	0.21	0	1.16	0.48	1.49	3.1	0.92	1.4	1.24	0.54
9	0.21	0.21	0.25	0	0.84	0.36	1.49	2.9	0.76	1.76	2.3	1.08
10	0.21	0.21	0.24	0	0.76	0.76	0.42	3.3	0.84	2.12	2.21	1.24
11	0.18	0.21	0.24	0.42	0.92	0.76	0.06	2.21	1	1.76	2.03	1.24
12	0.16	0.19	0.34	0.06	3.3	0.76	1	1.49	1.08	1.24	1.76	1.16
13	0.15	0.19	0.24	0.06	4.8	0.68	0.92	0.92	1	1.32	1.94	1.32
14	0.13	0.19	0.24	0.24	2.4	0.48	0.76	2.4	0.84	2.3	1.67	1.16
15	0.16	0.19	0.21	0.18	1.49	0.18	0.6	2.9	0.76	2.4	1.4	1.32
16	0.18	0.19	0.21	0.6	1.32	0	0.6	1.94	1	1.58	0.68	1.32
17	0.19	0.19	0.19	0.48	1.16	0.24	0.76	1.58	1.08	1.4	0.84	1.16
18	0.18	0.19	0.16	0.36	0.92	0.3	0.68	1.94	0.76	2.12	1.08	1.16
19	0.15	0.18	0.13	0.36	0.92	1.67	0.68	1.76	1.4	1.49	2.21	1.16
20	0.44	0.16	0.13	0.3	0.76	1.4	0.6	3.54	1.58	2.3	1.32	1.16
21	0.22	0.16	0.13	0.18	0.76	1.4	0.6	4.65	1.49	4.02	1.16	1.16
22	0.18	0.18	0.15	0.18	0.68	1.24	0.54	6.9	1.67	5.25	1.49	1.08
23	0.16	0.19	0.13	0.24	0.54	1.08	0.3	6.72	1.32	4.5	0.92	1
24	0.18	0.21	0.1	1	0.54	1.08	0.24	4.8	1.67	4.26	2.12	0.92
25	0.22	0.21	0.15	1.4	0.54	1	0.24	3.42	1.85	3.78	3.54	0.84
26	0.54	0.21	0.19	0.92	0.6	0.84	0.18	2.03	1.32	3.9	3.42	0.76
27	0.34	0.21	0.22	0.42	0.6	1	0.24	1.16	1.16	3.9	2.21	0.68
28	0.34	0.21	0.25	0.42	0.84	2.12	0.42	1	1.4	3.3	1.49	0.68
29	0.25	0.21	0.24	0.36	3.78	4.65	0.92	0.84	3.78	3.54	1.24	0.68
30	0.25	-	0.22	0.54	1.67	4.26	0.6	0.6	5.55	4.8	1.08	0.84
31	0.24	-	0.21	-	3.3	-	0.42	0.48	-	4.5	-	0.76

ตาราง 35 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2544)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.68	0.48	0	0.7	0.34	0.46	0.7	0.76	0.7	6	1.32	0.28
2	0.68	0.36	0	0.58	0.36	0.64	0.76	0.76	0.7	3.92	1	0.28
3	0.6	0.92	0	0.52	1.4	1.16	0.82	0.7	0.64	2.8	0.7	0.32
4	0.54	0.76	0	0.46	0.94	2.7	0.94	0.64	0.7	2.2	0.88	0.3
5	0.48	0.54	0	0.46	0.7	1.24	0.46	2	0.7	2.5	0.88	0.3
6	0.42	0.48	0	0.46	0.52	0.88	0.26	2.8	0.76	2.5	1.64	0.3
7	0.48	0.36	0	0.4	0.46	2.8	0.12	1.72	0.7	2	1.4	0.26
8	0.54	0.24	0	0.4	0.46	5.68	0.46	0.94	0.58	3.12	0.82	0.24
9	0.42	0.3	0	0.38	0.46	3.12	0.58	0.7	0.58	3.92	0.58	0.22
10	0.48	0.12	0	0.36	0.38	1.32	0.4	0.4	0.58	2.7	0.38	0.22
11	0.48	0.06	0.12	0.36	0.36	0.64	0.58	0.2	0.64	1.72	0.4	0.22
12	0.42	0	0.42	0.34	0.4	0.38	0.22	0.14	0.64	2.7	0.3	0.2
13	0.42	0.06	0.3	0.3	0.38	0.16	0.2	0.12	1.72	3.6	0.38	0.2
14	0.36	0.06	0.24	0.3	0.36	0.28	0.7	0.08	1.24	2.7	0.38	0.18
15	1.32	0.54	0.12	0.3	0.34	0.52	1.48	0.02	0.88	1.64	0.36	0.2
16	1	0.42	0.3	0.28	0.38	0.46	0.82	0.7	0.7	1.32	0.34	0.16
17	0.68	0.24	0.12	0.26	0.36	1.4	0.7	0.52	0.64	4.4	0.28	0.18
18	0.68	0.06	0	0.26	0.32	1.9	0	0.46	0.94	4.08	0.28	0.3
19	1	0	0	0.24	0.26	5.84	0	0.38	1.72	2.8	0.24	0.28
20	1.32	0	0	0.2	0.26	3.76	0	0.76	1.48	2.6	0.18	0.46
21	1.24	0	0	0.18	0.28	1.8	0.46	0.82	1.4	2.96	0.14	0.34
22	0.92	0	0	0.14	0.3	0.94	0.34	0.88	1.16	1.64	0.14	0.12
23	0.68	0	2.03	0.1	0.32	0.58	0.58	0.82	1.8	2.6	0.1	0.36
24	0.54	0	3.78	0.06	0.32	0.4	1.64	0.82	7.4	2.5	0.06	0.16
25	0.48	0	1.85	0.12	0.58	0.94	1.08	0.88	18.52	2.8	0.02	0
26	0.42	0	1.4	0.16	1.16	1.08	0.88	0.82	9.04	1.8	0	0
27	0.36	0	1.08	0.64	0.88	0.64	0.76	0.7	8	1.4	0	0
28	0.42	0	1.24	0.46	0.82	0.4	0.7	0.7	5.84	1.08	0	0
29	0.36	-	1.58	0.4	0.88	0.38	1.08	0.82	3.92	1.08	0.3	0
30	0.18	-	1.32	0.36	0.64	0.32	0.3	0.82	4.88	0.94	0.2	0.24
31	0.54	-	1	-	0.52	-	0.58	0.76	-	1.16	-	0.16

ตาราง 35 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2545)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.08	-	-	-	-	-	-	0.21	1.6	1.05	1.45	1.1
2	0.04	-	-	-	-	-	-	0.95	1.4	0.75	0.85	1.35
3	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	0.6	0.8	1.3
4	-	-	-	-	-	-	0.06	1.05	1.05	0.57	0.65	1.25
5	-	-	-	-	-	-	0.18	0.7	1.05	0.6	0.9	0.8
6	-	-	-	-	-	-	0.21	0.54	0.9	0.9	1.35	0.8
7	-	-	-	-	-	0.33	0.27	0.45	0.8	0.75	1.45	0.75
8	-	-	-	-	0.03	0.36	0.21	0.65	0.75	1.05	1.5	0.7
9	-	-	-	-	0.36	0.42	0.15	1.15	0.7	0.8	1.4	0.57
10	-	-	-	-	1.15	0.51	0.15	0.95	0.9	3.96	2.19	0.57
11	-	-	-	-	0.36	0.3	0.15	0.7	1.05	2.88	2.19	0.45
12	-	-	-	-	0.03	0.39	0.15	0.57	1.6	2.71	1.6	0.45
13	-	-	-	-	-	0.45	0.12	-	2.11	4.13	1.45	0.48
14	-	-	-	-	-	0.24	0.06	-	1.5	3.46	2.54	0.48
15	-	-	-	-	-	0.06	0.21	-	1.15	2.54	1.68	0.45
16	-	-	-	-	-	-	0.36	-	0.95	1.68	2.79	0.42
17	-	-	-	-	-	0.03	0.33	-	0.9	4.95	2.19	0.3
18	-	-	-	-	-	0.06	0.27	-	1.55	3.96	1.5	0.27
19	-	-	-	-	-	0.15	0.24	-	1.35	3.8	1.45	0.27
20	-	-	-	-	-	0.15	0.21	-	1.5	3.63	1.55	0.27
21	-	-	-	-	-	-	0.21	-	1.45	2.62	2.54	0.27
22	-	-	-	-	-	-	-	-	1.55	2.37	1.77	0.39
23	-	-	-	-	0.03	-	-	0.24	3.8	2.02	1.55	0.39
24	-	-	-	-	-	-	-	0.3	6.11	1.55	1.5	0.36
25	-	-	-	-	-	-	-	0.27	5.94	1.4	1.85	0.3
26	-	-	-	-	0.39	-	-	1.05	4.62	2.62	2.71	0.27
27	-	-	-	-	0.33	-	-	2.11	2.62	3.3	1.68	0.3
28	-	-	-	-	0.21	-	-	1.6	2.54	5.44	1.45	0.6
29	-	-	-	-	0.15	-	-	1.25	2.11	2.71	1.25	0.54
30	-	-	-	-	0.09	-	-	2.11	1.1	1.55	1.15	0.51
31	-	-	-	-	0.06	-	-	1.68	-	2.19	-	0.42

ตาราง 35 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2546)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	1.4	0.18	1.45	1.5	1.1	5.3	4.39	4.39	0.76
2	-	-	-	1.86	0.56	1.5	6.7	0.4	7.96	12.02	4.13	0.6
3	-	-	-	2.1	1.05	1.4	6.7	2.37	4	31.72	3.3	0.6
4	0.06	-	-	2.1	0.72	1.4	5.3	8.18	3.8	31.72	3.3	3.3
5	0.18	-	-	2.19	0.28	1.35	4.13	9.06	3.5	22.75	2.73	1.98
6	0.21	-	-	2.28	0.92	1.2	5.9	6.9	3.5	14.46	2.37	1.15
7	0.27	-	-	2.37	1.86	1.1	5.5	4.39	2.73	10.06	2.1	0.84
8	0.21	-	-	2.64	2.1	1.05	4.39	4	4	7.3	1.98	0.76
9	0.15	-	-	2.55	2.19	0.92	4.39	3.5	4.26	5.3	1.92	0.72
10	0.15	-	-	2.82	2.1	1.05	4.26	3.1	4.65	4.78	1.86	0.64
11	0.15	-	-	2.82	3.1	1.05	3.9	2.55	4.13	4.91	1.92	0.64
12	0.15	-	-	2.73	3.9	1.05	3.7	4	3.7	4.78	3.2	0.8
13	0.12	-	-	2.82	3.1	1	4.13	4.26	3.4	7.52	3.1	0.72
14	0.06	-	-	2.82	2.64	1.45	3.7	5.3	2.91	6.5	2.82	0.64
15	0.21	-	-	2.82	1.5	1.68	3.5	8.18	2.1	4.91	2.28	0.64
16	0.36	-	-	1.45	3.4	1.25	2.73	11.18	3.3	6.1	2.04	0.48
17	0.33	-	-	0.72	3.8	2.1	2.55	9.78	2.91	6.1	3.3	0.4
18	0.27	-	-	0.04	2.82	1.45	1.62	8.4	2.04	4.52	2.82	0.4
19	0.24	-	-	0.06	1.8	0.2	1.5	7.74	1.5	4.65	2.04	0.4
20	0.21	-	-	0.18	1.56	0.88	4.78	5.7	1.35	6.7	1.5	0.4
21	0.21	-	-	0.64	0.2	1.05	6.3	5.04	1.92	8.84	1.45	0.4
22	-	-	-	0.8	0.1	1.25	4.52	4.39	5.5	9.28	1.35	0.4
23	-	-	-	0.88	-	1.86	4.39	4	10.06	8.62	1.25	0.4
24	-	-	-	0.92	-	1.56	3.7	3.7	6.9	5.9	1.25	0.4
25	-	-	0.6	0.84	-	0.06	3.8	3.6	5.17	5.17	1.25	0.32
26	-	-	0.57	3.1	-	-	2.73	3.3	9.28	5.3	1.15	0.24
27	-	-	0.54	2.37	-	1	2.04	3.1	7.3	4.78	1	0.18
28	-	-	0.54	1.45	0.12	1.2	2.04	2.28	6.3	7.74	0.92	0.2
29	-	-	0.51	0.56	0.84	1.25	2.19	1.86	5.5	4.91	0.84	0.28
30	-	-	0.8	-	1.05	1.92	1.98	1.25	5.04	2.28	0.8	0.24
31	-	-	1	-	1.15	-	1.74	1.4	-	2.1	-	0.2

ตาราง 35 (ต่อ)

วันที่	เดือน (พ.ศ.2547)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.08	1.62	2.64	0.62	0.87	3.2	0.9	41.15	4.73	19.25	7.37	3.32
2	-	1.56	2.55	0.58	0.87	3.08	0.95	38.45	4.04	39.8	7.21	3.08
3	-	0.96	2.55	0.55	1.12	3.08	0.9	28.53	7.04	26.65	9.66	2.84
4	-	1.15	2.46	0.58	1.29	4.57	1.06	24.3	7.7	21.01	7.7	2.6
5	-	1.45	2.46	0.62	1.29	12.95	1.29	18.9	13.3	16.1	6.71	2.36
6	0.24	1.56	2.46	0.55	1.06	26.65	1.29	7.53	8.19	11.87	6.21	2
7	0.44	1.5	2.46	0.58	1.06	1.4	1.12	7.04	7.04	28.53	5.56	1.95
8	0.52	1.68	2.37	0.62	1.06	2	0.95	6.38	6.88	46.1	5.72	1.84
9	0.56	1.92	2.37	0.58	1.18	1.78	1.29	5.89	6.71	62.45	5.39	1.78
10	0.48	2.04	2.37	0.55	1.12	1.84	1.45	5.56	5.89	95.75	4.9	1.72
11	0.44	2.1	2.37	0.51	1.06	1.51	1.84	4.9	5.72	55.1	4.04	1.67
12	0.36	2.19	2.28	0.48	0.95	0.8	2	4.4	5.72	40.48	3.8	1.61
13	0.32	2.64	2.28	0.55	0.87	0.69	2.12	4.28	7.04	36.43	3.56	1.56
14	0.32	2.64	2.19	0.51	0.8	0.58	2.48	4.04	6.71	27.59	3.32	1.51
15	0.28	2.82	2.19	0.51	0.76	0.44	3.32	3.92	9.17	53.3	3.2	1.45
16	0.24	3	2.19	0.48	0.73	0.48	4.16	6.54	12.11	42.5	3.44	1.4
17	0.2	3.1	2.1	0.48	0.62	0.58	8.19	5.56	16.8	28.53	3.08	1.34
18	0.18	3.1	2.1	0.51	0.58	0.83	18.2	5.23	11.38	22.89	3.2	1.29
19	0.18	3.1	2.1	0.51	0.55	0.55	9.9	4.4	12.36	15.4	2.96	1.23
20	0.2	3.1	2.1	0.51	0.48	0.66	7.94	4.04	33.73	12.11	2.84	1.18
21	0.18	3	2.1	0.55	0.48	0.44	17.5	3.92	23.36	20.54	14	1.18
22	-	3	2.04	0.58	0.48	0.51	22.42	3.8	16.8	11.13	5.56	1.12
23	-	3	2.04	0.62	0.44	0.66	21.95	7.37	11.38	9.9	3.44	1.12
24	-	2.91	2.04	0.62	0.48	0.76	20.54	16.1	25.24	18.2	3.44	1.06
25	-	2.82	1.98	0.58	0.62	0.66	13.3	17.15	24.77	12.36	3.68	1.06
26	-	2.64	1.98	0.55	0.73	0.69	10.64	12.36	27.59	9.41	3.32	1.01
27	-	2.64	1.98	0.51	0.83	0.62	9.66	7.53	24.3	8.43	2.96	1.01
28	-	2.64	1.98	0.51	0.8	0.66	5.89	6.38	27.12	7.94	3.56	1.01
29	-	2.55	1.92	0.51	0.76	0.87	5.72	6.05	41.83	8.92	3.92	0.95
30	-	-	1.92	0.51	0.73	0.9	5.56	5.23	29	8.19	4.16	0.95
31	-	-	1.92	-	0.66	-	5.56	4.73	-	7.94	-	0.95



ภาคผนวก ค

ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) ในช่วงเวลาต่างๆ
จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา

ตาราง 36 ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) ในช่วงเวลาต่างๆ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้สำหรับพื้นที่รับน้ำ A1 (พ.ศ. 2533 – พ.ศ.2549)

ข้อมูลฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) จากสถานีนครศรีธรรมราช สถานีสุราษฎร์ธานี สถานีตรัง และสถานีสงขลา									
ปี พ.ศ.	ช่วงเวลาต่าง ๆ								
	15 นาที่	30 นาที่	45 นาที่	60 นาที่	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
2533	25.23	44.37	55.07	58.90	78.73	81.73	122.77	129.20	161.63
2534	32.50	59.73	72.65	82.28	97.90	109.95	116.48	125.63	132.65
2535	34.73	47.53	63.80	67.68	79.13	89.15	101.10	110.05	145.75
2536	32.58	45.00	55.40	60.38	83.93	92.25	111.40	141.60	197.78
2537	26.53	38.33	50.65	56.80	64.38	68.50	74.70	94.48	125.10
2538	29.15	41.25	55.73	62.95	81.63	85.98	95.68	107.53	161.80
2539	24.28	41.28	47.93	49.58	57.85	60.33	62.65	76.43	170.13
2540	27.88	42.60	45.83	53.83	106.23	113.75	138.93	169.40	222.60
2541	28.50	50.00	61.27	64.43	76.63	87.90	131.20	165.17	186.90
2542	38.03	59.23	67.63	72.77	78.87	83.90	91.83	121.03	260.30
2543	30.83	47.73	57.43	61.23	63.47	65.60	70.27	83.03	191.47
2544	29.30	42.77	52.50	64.70	79.50	82.03	90.87	93.43	104.20
2545	22.30	37.35	49.00	51.50	57.65	60.75	61.25	71.35	234.90
2546	32.40	42.05	45.40	48.45	70.40	74.40	79.75	98.10	180.30
2547	34.30	41.75	52.70	55.65	67.00	77.90	84.60	84.60	84.60
2548	29.05	60.85	62.50	67.80	80.50	96.40	145.40	145.40	206.75
2549	33.20	37.35	38.20	39.25	42.40	44.10	44.75	67.65	142.20

ตาราง 37 ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) ในช่วงเวลาต่างๆ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้สำหรับ
พื้นที่รับน้ำ A2 (พ.ศ. 2533 – พ.ศ.2543)

ข้อมูลฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) จากสถานีระนอง สถานีตะกั่วป่า สถานีชุมพร และสถานีสุราษฎร์ธานี									
ปี พ.ศ.	ช่วงเวลาต่าง ๆ								
	15 นาทีก	30 นาทีก	45 นาทีก	60 นาทีก	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
2533	27.30	40.20	59.83	68.07	91.07	102.40	117.50	123.50	140.33
2534	21.75	31.85	39.98	45.18	57.95	63.90	74.58	88.45	125.95
2535	31.08	40.58	51.35	53.05	61.83	65.05	71.23	82.03	118.33
2536	32.05	43.85	52.58	54.30	56.50	58.53	72.30	103.75	177.75
2537	25.60	38.65	44.18	47.68	47.95	48.08	48.08	61.80	162.30
2538	28.43	32.27	34.40	34.90	40.20	42.33	50.77	61.40	144.10
2539	14.23	20.23	20.37	21.97	26.53	29.03	33.43	41.90	158.77
2540	14.90	23.75	27.33	32.15	41.55	41.70	43.20	44.20	165.70
2541	14.30	24.60	32.93	37.23	40.67	41.13	57.17	83.13	150.53
2542	28.13	31.97	34.73	37.63	39.73	55.57	56.10	64.13	160.33
2543	25.13	39.20	43.03	46.87	52.30	53.70	60.70	75.10	149.57

ตาราง 38 ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) ในช่วงเวลาต่างๆ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้สำหรับ
พื้นที่รับน้ำ A3 (พ.ศ. 2533 – พ.ศ.2543)

ข้อมูลฝนสูงสุดเฉลี่ย (มม.) จากสถานีภูเก็ต สถานีศูนย์ภูเก็ต สถานีเกาะลันตา และสถานีตะกั่วป่า									
ปี พ.ศ.	ช่วงเวลาต่าง ๆ								
	15 นาที่	30 นาที่	45 นาที่	60 นาที่	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
2533	24.05	41.00	52.18	58.28	76.58	83.15	90.38	110.33	128.53
2534	28.28	40.28	47.48	52.30	65.28	71.98	82.25	89.05	116.58
2535	25.27	35.13	41.00	45.47	70.00	81.50	94.40	109.23	126.47
2536	34.05	45.80	57.23	69.85	80.30	86.68	96.40	119.40	124.95
2537	29.43	42.33	53.58	59.80	63.43	72.83	85.60	98.10	151.05
2538	23.00	40.27	50.77	59.67	71.93	75.30	77.13	83.87	139.33
2539	27.37	42.53	47.60	49.07	49.90	51.63	54.90	59.73	99.37
2540	26.20	40.00	49.63	55.27	78.27	79.40	79.87	80.73	117.83
2541	32.03	45.90	56.23	61.43	65.63	66.20	79.73	116.60	143.20
2542	35.33	47.30	55.77	59.17	65.17	71.33	76.20	94.17	121.17
2543	26.43	36.17	45.63	53.70	61.20	64.07	74.50	90.77	128.33
2544	28.47	48.13	64.73	74.77	106.13	119.53	136.77	142.50	170.53
2545	28.17	36.43	40.60	48.63	54.80	61.03	76.53	83.40	101.70
2546	31.40	49.55	64.50	89.80	117.45	128.95	172.80	181.55	182.70
2547	27.70	33.45	45.25	51.65	77.20	83.75	86.70	86.70	93.95
2548	19.80	38.55	43.70	52.20	64.40	70.85	78.05	84.90	111.75
2549	15.40	19.30	33.20	49.95	53.15	56.20	61.20	63.45	73.85
2550	25.9	33.05	34.9	41.4	55.85	58.25	65.95	79.95	103.2
2551	18	34.45	39.35	42.35	42.55	43.05	43.05	44.8	65.8

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายอภิวัฒน์ พารา
วันเดือนปีเกิด	30 กันยายน 2527
สถานที่เกิด	อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	8/9 ซอยอินทามระ 49 ถนนสุทธิสาร แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400

ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	รับราชการในตำแหน่ง นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ส่วนสำรวจและวิเคราะห์ทางธรณีวิทยา สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนศรีวิชัยวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ) สาขาเทคโนโลยีธรณี จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2557	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม) สาขาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดกรุงเทพมหานคร