

๖๒๖. ๗๕)

๖ ๓๖๕ ๗

๙, ๓

การศึกษาตัวแปรทางภูมิศาสตร์ที่ใช้กับสมการการออกแบบการระบายน้ำ
เพื่อนำไปใช้กับกิจการทหารในเวลาปกติ

ปริญญานิพนธ์

ของ

ร.อ.ประจักษ์ คุ้มทรัพย์

19 พ.ย. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์
กุมภาพันธ์ 2534

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

174431

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาบริิฎานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็น
สมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริิฎการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน

(ศ.ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ)

พ.อ. กรรมการ /

(พ.อ.คงศักดิ์ รามทรัพย์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(ศ.ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ)

พ.อ. กรรมการ /

(พ.อ.คงศักดิ์ รามทรัพย์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ.น้อม งามนิสัย)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับบริิฎานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริิฎการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่... ๗ ...เดือน... สิงหาคมพ.ศ. 2534

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายฝ่ายอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณ
ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิชารัฐ เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ชี้คิดเห็นทางวิชาการ
และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดมา

ประยูร กุ่มทรัพย์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษา	8
สมมุติฐานในการศึกษา	8
ขอบเขตของการศึกษา	9
ความสำคัญของการศึกษา	9
นิยามศัพท์	10
2 เอกสารและงานวิจัย	11
การหาปริมาณน้ำทำ โดยอาศัยสถิติปริมาณน้ำและระดับน้ำ	11
การหาปริมาณน้ำทำ โดยการคำนวณหากราฟหนึ่งหน่วยน้ำของ	14
การหาปริมาณน้ำทำ โดยการคำนวณจากการสำรวจรูปตัดลำน้ำ	15
การหาปริมาณน้ำทำ โดยวิธีประเมินจากปริมาณน้ำนองสูงสุด	16
การหาปริมาณน้ำทำ โดยวิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำมากที่สุดเป็นสูตรสำเร็จ	18
การหาปริมาณน้ำทำ โดยอาศัยสถิติข้อมูลน้ำฝน	19
พื้นที่	21
ความสูงและลาดของพื้นที่การระบายน้ำ	24
ดิน	26
สิ่งปกคลุมผิวดิน	29
สัมประสิทธิ์น้ำ	31
3 วิธีดำเนินการศึกษา	49
แหล่งข้อมูล	49

การเก็บรวบรวมข้อมูล	49
การจัดกระทำข้อมูล	50
สถิติที่ใช้ในการศึกษา	60
4 การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษา	61
การวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำสูงสุด	
ตามช่วงเวลาต่าง ๆ	61
วิเคราะห์พื้นที่และจำแนกพื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่	67
วิเคราะห์ลักษณะดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน	69
วิเคราะห์พื้นที่แต่ละพื้นที่	74
วิเคราะห์เวลาในการไหลรวมแต่ละพื้นที่	76
5 บทย่อ สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	82
สรุปผลการศึกษา	83
อภิปรายผลการวิเคราะห์	85
ขอบทরণของการศึกษา	93
ข้อเสนอแนะในการศึกษา	93
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	98
ประวัติย่อของผู้วิจัย	146

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	การแบ่งขนาดของดินตามระบบ M.I.T.	29
2	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ในสำนักงานพัฒนาชนบท	33
3	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ในกรมทางหลวง	34
4	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ใน 35	35
5	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา	36
6	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ในญี่ปุ่น	37
7	การรอบปีสำหรับใช้ในงานต่าง ๆ	44
8	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ในการศึกษา	52
9	แบบฟอร์มการวิเคราะห์หาคะแวง	54
10	การระคายดิน	55
11	ค่าสมรรถภาพของดิน	56
12	ค่าลักษณะดิน	57
13	ค่าการระบายน้ำของดินจากแผนที่ดิน อำเภอสามฝั่ง จังหวัดราชบุรี	58
14	จำนวนครั้งที่ฝนตกในแต่ละช่วง	62
15	ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนเข้าในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยวิธี The Extreme Type I (Gumbel) Distribution	63
16	ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนเข้าในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยวิธี The two Parameter Log-normal Distribution	64
17	ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนเข้าในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยวิธี The Log Pearson Type III Distribution	65
18	Return Period in Years.....	99

19	Return Period	100
20	ค่าของดินจากแผนที่ดิน	102
21	ค่าของดินจากการวิเคราะห์ห้วยตะแกรง	105
22	คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดินจากแผนที่ดินจากการวิเคราะห์ ห้วยตะแกรง	108
23	ความเข้มของฝนในช่วงเวลาและรอบปีปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝน 10 ปี ..	112
24	เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่า	115
25	ปริมาณน้ำท่าจากการศึกษา	118
26	ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการศึกษา	121
27	ความเข้มของฝนใช้กับการออกแบบการระบายน้ำที่ได้จากการศึกษา	124
28	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า	128
29	สิ่งปกคลุมผิวดินจากการสำรวจ	129
30	ช่วงเวลาในการไหล	132
31	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา	135

บัญชีแผนที่

แผนที่	หน้า
1 แสดงน้ำฝนเทา	6
2 แสดงพื้นที่การระบายน้ำบริเวณคลังแสงที่ 6 จังหวัดราชบุรี	7
3 แสดงเขตป่าสงวนและป่าอนุรักษ์ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี	138
4 แสดงสิ่งปกคลุมผิวดินในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง สิงหาคม	139
5 แสดงสิ่งปกคลุมผิวดินในช่วงเวลา กันยายน ถึง ธันวาคม	140
6 แสดงสิ่งปกคลุมผิวดินในช่วงเดือน มกราคม ถึง เมษายน	141
7 แสดงเส้นทางน้ำไหล	142
8 เส้นชั้นความสูง	143
9 แสดงจุดของกิน	144

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กราฟปริมาณน้ำนองสูงสุด	17
2 ลานตากมันฉาบถวยกอนกรีต	70
3 บริเวณไร่มันที่ป่าอนุรักษ์ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี	72
4 กราฟเวลาในการไหลรวม	127
5 ร่องความกดอากาศต่ำที่พาดผ่านประเทศไทย	145

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สาธารณูปโภคในกิจการทหาร คือสิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นเพื่อเอื้ออำนวยต่อกิจการทหาร ทั้งบริเวณพื้นที่ส่วนหน้าหรือในยุทธบริเวณ (Operation Theater) และพื้นที่ส่วนหลังการก่อสร้าง สาธารณูปโภคในกิจการทหาร จะสามารถแบ่งตามสถานการณ์และอายุการใช้งานของ สาธารณูปโภคได้ 2 ประเภท คือสิ่งก่อสร้างชั่วคราวจะสร้างขึ้นก็ต่อเมื่ออยู่ในภาวะสงคราม หรือ เกิดสถานการณ์ฉุกเฉินจากภายนอกหรือภายในประเทศ โดยที่พลเรือนไม่สามารถจะสร้างได้เพราะ เป็นการเสี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อทั้งเจ้าหน้าที่และเครื่องมือ จึงเป็นหน้าที่ของทหารโดยเฉพาะ อย่างยิ่งเหล่าทหารช่าง ซึ่งมีหน้าที่สนับสนุนการรบในการก่อสร้างสาธารณูปโภค เพื่ออำนวย ความสะดวกให้กับทหารทุกเหล่าเพื่อการรบ ทั้งการรบด้วยวิธีรุก การรบด้วยวิธีตั้งรับและร่นดอย สาธารณูปโภคที่สร้างเป็นประเภทชั่วคราวหรือใช้เพื่อพลาง อายุการใช้งานมีระยะเวลาสั้น สิ่งก่อสร้างอีกประเภทหนึ่ง คือสิ่งก่อสร้างประเภทถาวรหรือกึ่งถาวร จะสร้างในพื้นที่ส่วนหลัง เมื่อสถานการณ์อยู่ในภาวะปกติ อายุการใช้งานก็ยาวนานกว่าประเภทแรก

สาธารณูปโภคในกิจการทหารช่างทั้งยามสงบ และในยามฉุกเฉินหรือยามสงครามสามารถ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ สาธารณูปโภคในแนวราบ คือสาธารณูปโภคที่สร้างขึ้นกับ พื้นดิน เช่น ถนน สนามบิน และลานจอดเครื่องบิน เป็นต้น และสาธารณูปโภคในแนวตั้งคือ สาธารณูปโภคที่สร้างในแนวตั้งสูงชันไปจากระดับพื้นดิน เช่น อาคาร กองร้อย หอตรวจการณ์ เป็นต้น สาธารณูปโภคทั้งในแนวตั้งและแนวราบจะสร้างในยุทธบริเวณและพื้นที่ส่วนหลัง

การสร้างสาธารณูปโภคในกิจการทหารก็เหมือนกับสาธารณูปโภคในกิจการอื่น ๆ ที่ต้อง มีการเตรียมการเป็นขั้นตอน สำหรับสาธารณูปโภคในกิจการทหารในแนวราบประกอบด้วย การทำ ระดับในแนวราบ การทำภาพตัดขวาง การทำภาพสัณฐานตามแนวนอน การหมายที่ก่อสร้างการออกแบบ การก่อสร้างและการออกแบบการระบายน้ำ เป็นต้น

ประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนทุกภูมิภาคมีประมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีไม่ต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตร ซึ่ง รัตน รุจิรกุล ได้ศึกษาลักษณะภูมิศาสตร์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือกล่าวว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของประเทศไทยเกิน 1,000 มิลลิเมตร และแต่ละภูมิภาคมีปริมาณน้ำฝนแตกต่างกันไป (รัตน รุจิรกุล. 2523 : 79) การออกแบบการระบายน้ำในแต่ละท้องถิ่น มีความสำคัญมาก เพราะในแต่ละท้องถิ่นมีความแตกต่างกัน ถ้าการออกแบบการระบายน้ำไม่เหมาะสม จะส่งผลทำให้สาธารณูปโภคเสียหายได้

การออกแบบการระบายน้ำที่ใช้ในสาธารณูปโภคโดยทั่วไปนั้น อาศัยสถิติปริมาณน้ำและระดับน้ำซึ่งได้จากการตรวจวัดจริง ๆ ในลำน้ำ ผลการวิเคราะห์เชื่อถือได้หรือมีค่าถูกต้อง มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับระยะเวลาของสถิติที่นำมาวิเคราะห์ ถ้ามีสถิติยาวนานจะสามารถเห็น ความแปรผันได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น การศึกษาเพื่อหาปริมาณน้ำมากที่สุดของ ลิโอโปล วอลแมน และมิลเลอร์ ได้ศึกษาขนาดและความถี่ของปริมาณน้ำมากสุดในแม่น้ำโยเซอร อีโอฮินี และ แม่น้ำคิสคิมินัส (Yocergioheny River and Kiskiminetas River) ในรัฐเพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา จากการศึกษาและอ่านกราฟสามารถจะอ่านค่าปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีต่าง ๆ ของลุ่มแม่น้ำทั้งสองได้ (Leopol, Wolman and Miller. 1964 : 63 - 64) ซึ่งวิธีการนี้มีข้อสมมุติฐานว่าขนาดของปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีต่าง ๆ ที่เคยเกิดมาแล้วของลำน้ำ สายหนึ่ง ย่อมเป็นขอบเขตถึงปริมาณน้ำมากที่สุดของลำน้ำนั้น อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

ในการออกแบบการระบายน้ำ นอกจากจะหาปริมาณน้ำมากที่สุดด้วยวิธีวิเคราะห์หาค่า ปริมาณน้ำมากที่สุดดังกล่าวแล้ว ยังมีการวิเคราะห์ได้อีกวิธีหนึ่ง คือการคำนวณหาค่าปริมาณน้ำ มากสุดเป็นสูตรสำเร็จ (Flood Flow Formula) เฉลิมศักดิ์ ปอตร์ ได้ทำการวิเคราะห์ ลักษณะปริมาณน้ำหาในลุ่มน้ำมูล อ้างอิงสมการของบุคคลต่าง ๆ ได้แก่ พอตเตอร์ (Potter) ได้ทำการศึกษาปริมาณน้ำในลุ่มน้ำ 51 แห่ง ในที่ราบสูง อัลเลเกนีย์ - คัมเปอร์แลนด์ (Allegheny - Comperland Plateau) มอริซาวา (Morisawa) ได้ทำการศึกษาปริมาณ น้ำของลุ่มน้ำ 15 แห่ง ในที่ราบสูง แอปพาเลเชียน (Appalachian Plateau) (เฉลิมศักดิ์ ปอตร์. 2524 : 172 - 175) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ รอดด้า ซึ่ง ทำการศึกษาปริมาณน้ำของลุ่มน้ำ 26 แห่ง ในสหราชอาณาจักร (Rodda. 1969 : 412 - 413) จากการศึกษาของบุคคลดังกล่าว โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมากที่สุดที่จะเกิดขึ้นในระยะเวลา

ต่าง ๆ ในลักษณะสูตรสำเร็จ โดยใช้ตัวแปรทางภูมิประเทศและลักษณะภูมิอากาศเข้ามาเป็นตัวกำหนดเนื่องจากลักษณะทั้งสองเป็นปัจจัยสำคัญต่ออัตราการเกิดปริมาณน้ำหันทันเอง

การออกแบบการระบายน้ำ เพื่อหาปริมาณน้ำทำในกิจการทหารอยู่ในรูปสูตรสำเร็จและสูตรนี้ต้องสะดวกต่อการใช้ โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือยุ่งยาก ทั้งนี้ของจำกัดด้วย เวลาอุปกรณ์สถานที่ และหน้าที่ ปัจจุบันในการออกแบบการระบายน้ำในกิจการทหาร โดยใช้สูตรของ ทาลโบลต์ เป็นสูตรหลักโดยสูตรนี้มีเงื่อนไข คือปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่เกิน 4 นิ้ว/ชั่วโมง พื้นที่เป็นที่ราบถึงเป็นภูเขา สิ่งปกคลุมผิวดินใช้ได้ทั้งเป็นคอนกรีต แอสฟัลต์ เป็นหญ้า เป็นป่า (Student Reference Drainage citting Talbolts. 1960) โดยสรุปสูตรของ ทาลโบลต์ เป็นสูตรที่ใช้ในการคำนวณเพื่อออกแบบการระบายน้ำที่ใช้ในกิจการทหารช่วงบริเวณประเทศไทย เพราะพื้นที่ประเทศไทยทั้งหมดปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจากแผนที่โลกที่แสดงเส้นน้ำฝนเท่า (World Isohyetal Map) จากคู่มือราชการสนามการระบายน้ำ เส้นน้ำฝนเท่าที่ตามประเทศไทยประมาณ 3 นิ้ว/ชั่วโมง โดยเส้นน้ำฝนเท่านี้เกิดจากการคำนวณปรากฏการณ์ของปริมาณน้ำฝนซ้ำในรอบ 2 ปี (FM. 5 - 335 Drainage. 1985 : 2 - 4) ในทางปฏิบัติหรือการออกแบบในสนามแล้ว ต้องการความถูกต้องแม่นยำและใช้ได้อย่างรวดเร็ว การออกแบบการระบายน้ำโดยใช้สูตรของ ทาลโบลต์ จึงใช้ โนโมกราฟ (Nomograph for Soultion of Talbot's Formaula) อ้างมาจากหนังสือสำหรับการระบายน้ำ (Student Reference Drainage. 1964 : 3) แทนสูตรของ ทาลโบลต์ ซึ่งมีผลเท่ากัน การออกแบบการระบายน้ำโดยใช้โนโมกราฟ ในการออกแบบมีผลทำให้สาธารณูปโภคมีอายุการใช้งานน้อย เวลาเกิดอุทกภัย ถนน สะพานหรือสิ่งสาธารณูปโภคต่าง ๆ ที่ทหารได้สร้างขึ้น และโคมอบไทน่วยงานอื่นคู่แล ต้องเสียหายอย่างรวดเร็ว ซึ่งบางครั้งหน่วยงานนั้น ต้องเสียงบประมาณซ่อมแซม ดูแลก่อนกำหนด หลังจากใช้งานได้ไม่นานนัก เนื่องจากสูตรของ ทาลโบลต์มีข้อบกพร่อง คือปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในสูตรนี้เป็นตัวเลขตายตัว โดยคิดจากเส้นน้ำฝนเท่าที่ได้มาจากปรากฏการณ์ของปริมาณน้ำฝนซ้ำเฉลี่ยเพียง 2 ปี และสัมพันธ์กันทำให้ตัวเลขไม่จำแนก แต่ให้ตัวเลขเพียงคร่าว ๆ ใดน้ที่ราบที่ลอนคลื่น เนิน และภูเขาเท่านั้น ไม่ได้แยกไว้ชัดเจนเช่นอัตราลาดเอียงเท่าไร จึงเป็นเนินสูง เนินเตี้ย ฯลฯ เป็นต้น อีกประการหนึ่ง คือลักษณะดินซึ่งมีผลต่ออัตราการซึมของน้ำก็ไม่ได้นำมาใช้ในสูตรนี้

ตัวอย่างความล้มเหลวที่เห็นได้ชัด ในการใช้โมโนกราฟในการออกแบบการระบายน้ำทางเขาค้างแสงที่ 6 จังหวัดราชบุรี (แผนที่ 2) ในการก่อสร้างครั้งนี้ได้กำหนดใช้ท่อค.ส.ล. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 เมตร 3 แนว ซึ่งพอเพียงกับพื้นที่หน้าตัดของทางน้ำไหลที่ล้นจากเส้นน้ำฝนเท่า 3 นิ้ว/ชั่วโมง หรือคิดเพียง 75 เปอร์เซ็นต์ ของเงื่อนไขปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย คือ 4 นิ้ว/ชั่วโมง ต่อมาในวันที่ 12 - 13 ตุลาคม 2528 หนังสือพิมพ์ไทยรัฐได้เสนอข่าวว่า ได้เกิดฝนตกหนักทำให้เกิดอุทกภัยที่จังหวัดราชบุรี (ไทยรัฐ . 2528 : 1, 20) ซึ่งตรงกับรายงานปริมาณน้ำฝนของ กรมอุตุนิยมวิทยา ที่รายงานในวันที่ 13 ตุลาคม 2528 ของสถานีทดลองข้าว ราชบุรี จังหวัดราชบุรี วัดปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยได้ 92.4 มิลลิเมตร/ชั่วโมง (อุตุนิยมวิทยา. 2528 : 1) สร้างความเสียหายให้กับจังหวัดราชบุรี ตามรายงานความเสียหายจากอุทกภัยของ จังหวัดราชบุรี พอสรุปได้ดังนี้

1. ราษฎรเสียชีวิต จำนวน 15 คน และบาดเจ็บ 3 คน
2. สะพานคอนกรีตถูกน้ำท่วมเสียหาย จำนวน 7 แห่ง
3. สะพานไมถูกน้ำท่วมเสียหาย จำนวน 12 แห่ง
4. ถนนถูกน้ำท่วมเสียหาย จำนวน 132 สาย
5. บ้านเรือนราษฎรถูกน้ำพัดพาหึ่งหลัง จำนวน 196 หลังคาเรือน
6. บ้านเรือนถูกน้ำท่วม จำนวน 817 หลังคาเรือน

(รายงานความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยของจังหวัดราชบุรี. 2528 : 2)

สำหรับทางเขาค้างแสงที่ 6 ได้รับความเสียหาย ถนนถูกกัดเซาะ จากบัญชีสรุปงบประมาณจัดหาท่อใช้งบประมาณซ่อมส่วนที่ชำรุด 287,873 บาท โดยเฉพาะความเสียหายเนื่องจากการระบายน้ำต้องเปลี่ยนจากท่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 เมตร 3 แนว เป็นสะพานทอ ค.ส.ล. (Box Culvert) ขนาด 2.00 x 2.00 x 14.00 เมตร จำนวน 2 แนว โดยคิดจาก 100 เปอร์เซ็นต์ของเงื่อนไข สูตรการออกแบบการระบายน้ำของทาลโบคส์ในการปรับปรุงครั้งนี้ ต้องใช้งบประมาณเฉพาะราคาวัสดุ 210,890 บาท (บัญชีสรุปประมาณการจัดหาสิ่งอุปกรณ์ก่อสร้างปรับปรุงถนนเขาค้างแสงที่ 6. 2528 : 1)

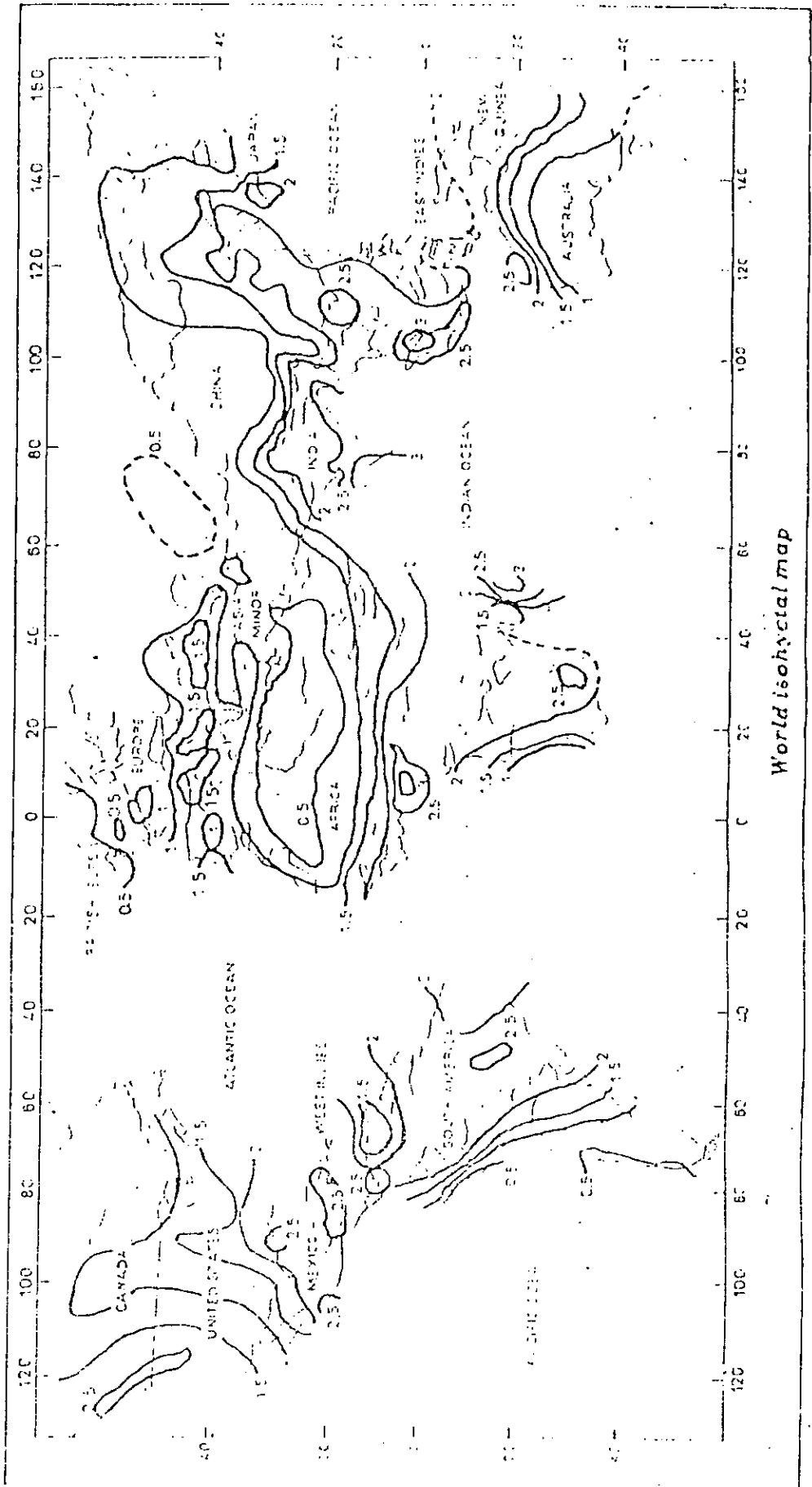
พื้นที่อำเภอสวนผึ้ง ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดราชบุรี เป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้เคียงกัน
กับกรมการทหารช่าง ทหารช่างจึงได้ช่วยสนับสนุนพื้นที่อำเภอสวนผึ้ง โดยช่วยสร้างสาธารณูปโภค
เช่น ถนน สะพาน ฯลฯ ต่อมาสาธารณูปโภคนี้ได้เกิดความเสียหายเร็วกว่ากำหนด ผู้วิจัย
จึงเห็นว่า วิธีการออกแบบการระบายน้ำวิธีเดิมที่ทหารช่างได้ใช้ ซึ่งเหมาะกับการออกแบบ
การระบายน้ำในฤดูทอบริเวณ ปัจจุบันนี้สถานการณ์เปลี่ยนแปลงไป อำเภอสวนผึ้ง ซึ่งอยู่
ส่วนหลังน่าจะหาวิธีการออกแบบการระบายน้ำใหม่ เพื่อให้สาธารณูปโภคที่มอบให้ส่วนราชการอื่น
ดูแล พอที่จะมีเวลาจัดสรรงบประมาณมาซ่อมบำรุงได้ทัน

พื้นที่ศึกษาอยู่ในอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี มีถนนหลายสายที่ทหารช่างได้ดำเนินการ
ก่อสร้างและการออกแบบการระบายน้ำของถนนเหล่านี้ใช้สูตรทาลิปอส์ และใช้ในโมกราฟแทน
ต่อมาได้มอบให้กรมทางหลวงและองค์การบริหารส่วนจังหวัดราชบุรีดูแล ซึ่งในช่วงตั้งแต่ พ.ศ.
2528 - 2531 ได้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาพอสมควรเสียหายได้ดังนี้

ราษฎรเสียชีวิต 13 คน ทรัพย์สินราษฎรเสียหาย 2,364,540 บาท สาธารณประโยชน์
เสียหาย 13,406,967 บาท (ข้อมูลความเสียหายจากอุทกภัยปี พ.ศ. 2528 - 2531
อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี)

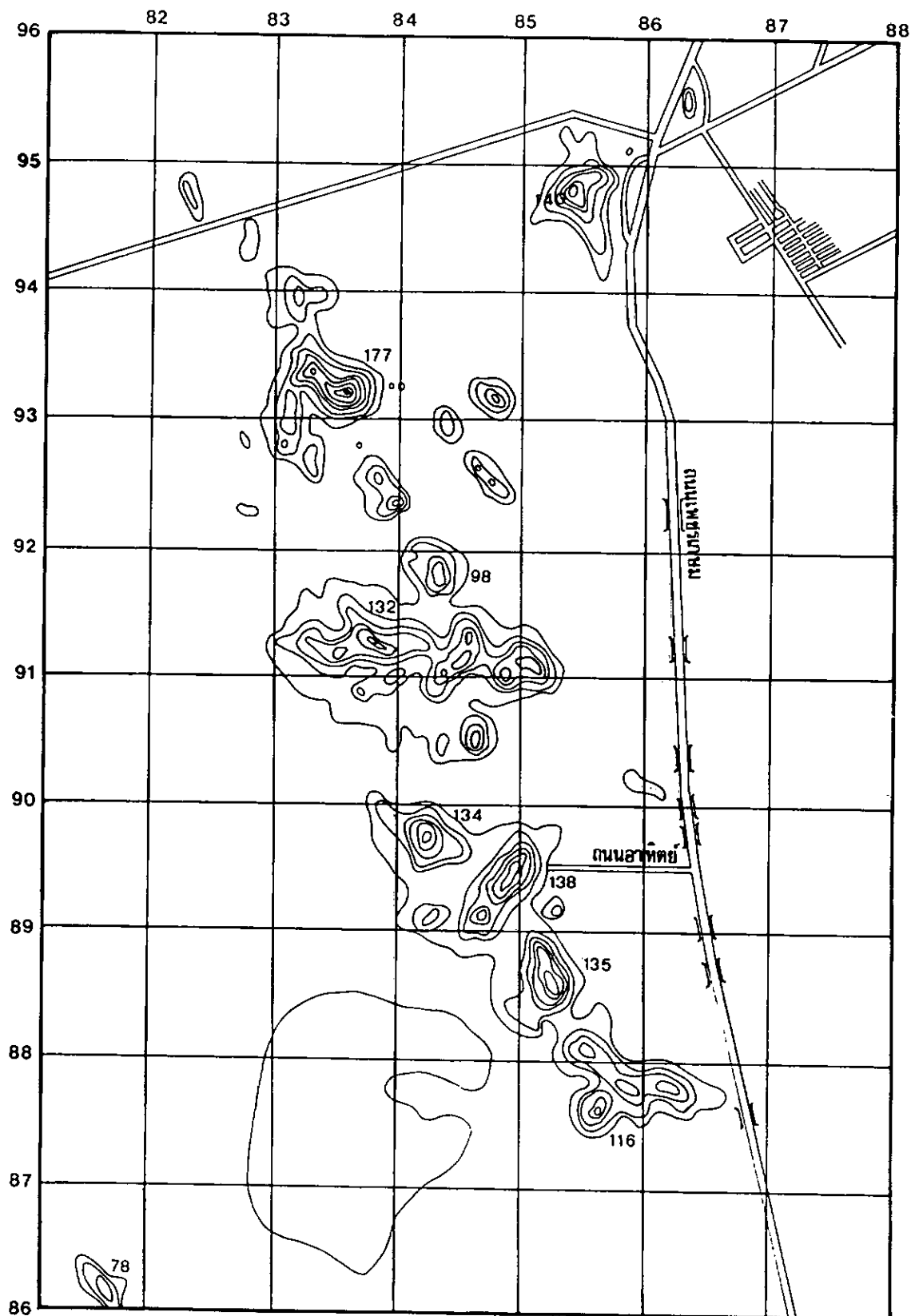
ปัญหาที่เกิดขึ้นจากพื้นที่ตัวอย่าง คือถนนเข้าคลังแสงที่ 6 และพื้นที่ศึกษาได้รับความ
เสียหาย โดยมีสาเหตุมาจากการออกแบบการระบายน้ำ ใช้ตัวแปรทางภูมิศาสตร์สำเร็จรูป
ที่ได้กำหนดให้เป็นหลัก ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะใช้ได้ในพื้นที่ส่วนหน้า แต่ถ้านำมาใช้ในเวลาปกติ
ตัวแปรเหล่านี้จะทำให้สมการใช้ไม่ไต่ผล คือเกิดความเสียหายเร็วกว่ากำหนด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดว่าพื้นที่ศึกษาซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศหลากหลาย เหมาะสมสำหรับที่จะศึกษา
ตัวแปรทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้กับสมการการออกแบบการระบายน้ำ เพื่อนำไปใช้กับกิจการทหาร
ในเวลาปกติ เพื่อเป็นแบบอย่างในการหาตัวแปรทางภูมิศาสตร์ในการออกแบบการระบายน้ำใน
พื้นที่อื่น ๆ ในอนาคต



แผนที่ : แผนที่ฝน

แผนที่ : FM.5 - 335 Drainage. 1985 : 20



แผนที่ ๒ พื้นที่การระบายน้ำบริเวณคลังแสงที่ 6
จังหวัด ราชบุรี

ที่มา : แผนที่จังหวัดราชบุรี ๑ : ๕๐,๐๐๐

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาหาข้อมูลของพื้นที่ศึกษาประกอบในการออกแบบการระบายน้ำทางกิจการทหารในเวลาปกติ
2. เพื่อหาค่าระยะเวลาที่เหมาะสมของปรากฏการณ์น้ำฝนซ้ำในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบการระบายน้ำทางกิจการทหารในเวลาปกติ
3. เพื่อศึกษาหาคุณลักษณะคิมาตรบริเวณพื้นที่ศึกษาประกอบในการออกแบบการระบายน้ำทางกิจการทหารในเวลาปกติ
4. เพื่อศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าบริเวณพื้นที่ศึกษาประกอบในการออกแบบการระบายน้ำทางกิจการทหารในเวลาปกติ
5. ศึกษาหาวิธีการกำหนดตัวแปรของสมการการออกแบบการระบายน้ำทางกิจการทหารในเวลาปกติ

สมมติฐานทางการศึกษา

1. สมการการออกแบบการระบายน้ำในกิจการทหาร ในยามปกติจะมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางภูมิศาสตร์ที่สำคัญดังต่อไปนี้
 - 1.1 ลักษณะดิน
 - 1.2 สิ่งปกคลุมผิวดิน
 - 1.3 ความชันของผืน
 - 1.4 ความลาดเอียงเฉลี่ยของภูมิประเทศ
2. ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำที่ได้จากข้อมูลในพื้นที่ศึกษาจะมีค่าแตกต่างจากปริมาณฝนซ้ำจากเส้นน้ำฝนเท่าที่หาค่าพื้นที่ศึกษาไปเท่านั้น
3. ค่าการระบายน้ำของลักษณะดิน ได้จากการเฉลี่ยข้อมูลลักษณะดินจากการสำรวจดินในสนามน่าจะมีค่ามากกว่าข้อมูลลักษณะดินจากแผนที่ดิน
4. ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ได้จากลักษณะดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยการสำรวจในสนามน่าจะมีค่ามากกว่าค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าสำเร็จรูปที่ใช้ในคู่มือการระบายน้ำ

4. ศึกษาลักษณะดินโดยการชุกเจาะในสนาม
5. สัณนิษฐานปริมาณน้ำฝนจาก กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน ณ สถานี K.17 ลำพาลี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2509 - 2530 รวม 21 ปี

นิยามศัพท์เฉพาะ

ตัวแปรทางภูมิศาสตร์ (Geographic Variables) หมายถึง ลักษณะดิน สิ่งปกคลุมผิวดิน ความเข้มของฝน และความลาดเอียงเฉลี่ยของภูมิประเทศ

สมการการระบายน้ำ (Equation for Drainage) หมายถึง สมการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงปริมาณการระบายน้ำออกจากพื้นที่ ผันแปรโดยตรงกับสัมประสิทธิ์น้ำท่า ความหนาแน่นของปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาปรากฏการณ์น้ำฝนช่วงต่าง ๆ และพื้นที่

สมการการออกแบบการระบายน้ำ (Design Drainage Equation) หมายถึง สมการต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบการระบายน้ำ

การระบายน้ำ (Drainage) คือ การจัดการให้น้ำท่าที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ออกไปตามเส้นทางที่กำหนด

ระบบการระบายน้ำ (Drainage System) หมายถึง ข่ายโครงการระบายน้ำไปตามเส้นทางแม่น้ำ ลำธารต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่บริเวณใดบริเวณหนึ่ง

ปรากฏการณ์ของปริมาณน้ำฝนซ้ำ (Return Period) หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่จะปรากฏซ้ำในรอบปี 2, 3, 4, ... ปี

ความเข้มของฝน (Intensity of Rainfall) คือ เวลาของการไหลรวม รวมกับปรากฏการณ์ของปริมาณน้ำฝนซ้ำ

น้ำท่า (Surface Runoff) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ไหลบนผิวดินรวมกับปริมาณน้ำที่ไหลในระบบการระบายน้ำ

สิ่งปกคลุมผิวดิน คือ ลักษณะของผิวดินที่มีสิ่งปกคลุมอยู่รวมทั้งดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุม

ลักษณะดิน (Characteristic of Soil) หมายถึง ลักษณะอนุภาคของดินที่ได้จากการวิเคราะห์หาคะเทรกร

สัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient) หมายถึง การทวงน้ำไว้บนผิวดิน
จะขึ้นอยู่กับลักษณะดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

กิจการทหารในเวลาปกติ (Military Tasks During Normal Situation)
หมายถึง กิจการทหารในเวลาไม่มีสงคราม

ความลาดเอียงของภูมิประเทศ (Slope of Terrain) หมายถึง อัตราส่วนสูง
ทางคอรระยะทางแนวราบระหว่างจุดสูงสุดถึงต่ำสุดของพื้นที่แต่ละพื้นที่

เอกสารและงานวิจัย

การออกแบบการระบายน้ำ คือ การวางแผนจัดการกับปริมาณน้ำที่มออยู่บนผิวดิน ซึ่งน้ำที่มออยู่บนผิวดินนั้น คือการสนธิกันระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลผ่านผิวดิน และปริมาณน้ำที่ไหลในระบบการระบายน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งการศึกษาปริมาณน้ำที่ไหลบนผิวดินนี้เราเรียกว่า น้ำท่า (Surface Runoff) การศึกษาปริมาณน้ำท่านี้ สามารถศึกษาได้จากการศึกษาปริมาณน้ำมากที่สุด (Maximum Discharge) ทำให้ทราบลักษณะการเกิดน้ำท่วม การศึกษาปริมาณน้ำต่ำสุด (Minimum Discharge) ทำให้ทราบลักษณะของความแห้งแล้งหรือการขาดแคลนน้ำ และการศึกษาปริมาณน้ำโดยเฉลี่ย (Mean Annual Discharge) ทำให้ทราบว่าลำน้ำนั้นสามารถจ่ายน้ำได้เฉลี่ยเท่าไร วิธีการหาปริมาณน้ำท่าเพื่อกำหนดการออกแบบการระบายน้ำ มีวิธีการหาได้หลายวิธีดังนี้

การหาปริมาณน้ำท่า โดยอาศัยสถิติปริมาณน้ำและระดับน้ำ

การศึกษาเพื่อหาปริมาณน้ำท่าใช้ไฮโดร วอลแมน และมิลเลอร์ กล่าวว่าปริมาณน้ำท่าทำได้โดยอาศัยสถิติปริมาณน้ำและระดับน้ำซึ่งวัดได้จริง ๆ ในลำน้ำ สถิตินี้ต้องมีระยะเวลายาวนานพอสมควรและนำไปเปรียบเทียบกับลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่แล้ว จะทำให้ทราบเกณฑ์การเกิดน้ำท่วมของแต่ละพื้นที่ได้ การที่จะหาปริมาณน้ำใดนั้น จำเป็นต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณน้ำของลำน้ำสายนั้นเป็นหลัก นอกจากนั้นไฮโดรได้เสนอวิธีการหาขนาดและความถี่ของการเกิดปริมาณน้ำมากที่สุดจากสูตร

$$Tr = \frac{N + 1}{m}$$

เมื่อ Tr แทนระยะเวลาที่ปริมาณน้ำมากที่สุดจะเกิดขึ้นอีก

N แทนจำนวนปีของสถิติ

M แทนอันดับของแต่ละข้อมูล

เมื่อนำค่าที่คำนวณได้ไปพลอตลงในกระดาษ (Logarithmic Probability Paper) จะทราบความถี่และขนาดของปริมาณน้ำที่จะเกิดขึ้นในระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งลีโอโปลได้ศึกษาขนาดและความถี่ของปริมาณน้ำมากสุดในแม่น้ำ โยเซอร อีไอฮินี และแม่น้ำคิสคิมินัส

(Yocerghioeny River and Kiskiminetas River) ในรัฐเพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ก็สามารถจะอ่านค่าปริมาณน้ำมากสุดในรอบปีต่าง ๆ ที่เคยเกิดมาแล้วของลำน้ำสายหนึ่ง ๆ ย่อมเป็นข้อบ่งชี้ค่าปริมาณน้ำมากสุดของลำน้ำนั้น ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต (Leopol, Wolmand and Miller. 1964 : 63 - 64) ซึ่งสอดคล้องกับคูรี ที่กล่าวว่า การวิเคราะห์ขนาดและความถี่ของปริมาณน้ำมากสุด วิธีที่นิยมกันมากคือ วิธีการของ กัมเบล (E.J. Gumble) ซึ่งอาศัยพื้นฐานทางสถิติทฤษฎีค่าสูงสุด (Theory of Extreme Value) วิธีการนี้จะเอาค่าปริมาณน้ำมากสุดของแต่ละปีมาวิเคราะห์จากสูตร

$$r.i = \frac{n + 1}{r}$$

เมื่อ $r.i$ แทนระยะเวลาที่ปริมาณน้ำมากที่สุดจะปรากฏซ้ำอีก

(Recurrence Interval)

n แทนจำนวนสถิติ

r แทนอันดับของปริมาณน้ำ

นำค่าที่ได้ไปพลอตลงในกระดาษกราฟ ก็จะทราบค่าของปริมาณน้ำมากสุดที่เกิดขึ้นในรอบปีต่าง ๆ ดังการคำนวณค่าปริมาณน้ำมากสุดของแม่น้ำวาบาช (Wabash River) ที่ ลาฟาแยต

(Lafayette) ในรัฐอินดีแอนาในประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถอ่านค่าปริมาณน้ำมากสุดใน
ระยะเวลาต่าง ๆ กันได้ (Dury. 1969 : 322 - 325)

จากการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณน้ำท่า ลิโอโพล วอลแมน และมิลเลอร์ กับการ
ศึกษาของคูริ การใช้สูตรเพื่อหาระยะเวลาที่ปริมาณน้ำมากสุดจะปรากฏซ้ำอีก มีลักษณะสูตร
คล้ายคลึงกันแต่ข้อมูลพื้นที่นำมาใช้จะเป็นปริมาณน้ำท่า โดยอาศัยสถิติปริมาณน้ำและระดับน้ำ ซึ่งได้
จากการตรวจวัดจริง ๆ ในลำน้ำ ผลการวิเคราะห์จะเชื่อถือหรือมีค่าถูกต้องมากเพียงใด ขึ้นอยู่
กับระยะเวลาของสถิติที่นำมาวิเคราะห์ ถ้ามีสถิติยาวนานผลการวิเคราะห์ก็มีความเชื่อถือได้มาก
เพราะว่าปริมาณน้ำมากสุดแต่ละปีของลำน้ำใด ๆ มักจะมีค่าไม่เท่ากัน ถ้ามีสถิติอยู่หลาย ๆ ปี
จะสามารถเห็นความแปรผันได้ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่มีบางพื้นที่ไม่มีสถิติปริมาณน้ำท่า และระดับน้ำ
ในแม่น้ำ หรือมีสถิติบันทึกไว้เป็นระยะเวลาอันสั้น ไม่สามารถนำมาใช้ได้ทั้งของลิโอโพล วอลแมน
และมิลเลอร์ กับของคูริ

การหาปริมาณน้ำท่าโดยการคำนวณหากราฟหน่วยน้ำนอง (Unit Hydrograph)

เป็นวิธีที่นำ Unit Hydrograph ส่งเคราะห์มาประยุกต์ใช้ โดยที่กรมวิชาการสนาม
ของทหารช่างได้นำ Unit Hydrograph มาส่งเคราะห์เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุด
สำหรับพื้นที่รับน้ำฝน ระหว่าง 10 - 2,500 ตารางกิโลเมตร โดย Unit Hydrograph
จะแปลงค่าน้ำฝนที่เหลือจากการซึมลงดิน (Rainfall Excess) ซึ่งเกิดในช่วงเวลาหนึ่งทั่ว
พื้นที่รับน้ำฝนให้เป็นน้ำท่าไหลบนดิน การคำนวณจะให้ผลออกมาเป็นกราฟน้ำนองโดยใช้สูตร

$$t_p = 1.90 \left(\frac{LLe}{S} \right)^{0.162}$$

เมื่อ t_p	เวลาที่ใช้ในการเกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุด
L	ความยาวของลำน้ำสายหลักเป็นกิโลเมตร
Le	ความยาวของลำน้ำสายหลัก จากที่ตั้งโครงการถึงจุดบนลำน้ำ ซึ่งอยู่ใกล้จุดศูนย์กลางของพื้นที่รับน้ำฝนมากที่สุดเป็นกิโลเมตร

S ความลาดของพื้นท้องน้ำของลำน้ำสายหลัก

(FM. 30 - 80 1967 : 63 ; citting Soil Conservation Service)

วิธี Unit Hydrograp นี้ ปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ลำน้ำ ความลาดชัน และค่าของคินที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ ปัจจัยเหล่านี้ไม่สามารถทำได้ในบางท้องที่ที่ไม่มีลำน้ำไหลผ่าน เพราะพื้นที่ทำการระบายน้ำในกิจการทหารเป็นพื้นที่ขนาดเล็ก และการคิดค่าตัดแปลงน้ำฝนที่ไหลจากการซึมลงดิน ซึ่งดินแต่ละแห่งในประเทศไทยก็มีค่าในการซึมผ่านของน้ำหลาย ๆ อย่าง ขู้งยากเกินกว่าที่จะปฏิบัติในสนามได้

การหาปริมาณน้ำหาโดยการคำนวณจากการสำรวจรูปตัดลำน้ำ

การคำนวณหาปริมาณน้ำหาโดยวิธีนี้ มีปัจจัยที่สำคัญ คือ ลำน้ำ อัตราความเร็วเฉลี่ยของการไหลของลำน้ำ และสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวสัมผัส ซึ่งมีวิธีการคำนวณได้หลายวิธี ได้แก่

1. วิธี "Manning" ใช้เมื่อมีการสำรวจรูปตัดลำน้ำ และบันทึกค่าระดับน้ำสูงสุด วิธีนี้สำนักงานเรกรัคพัฒนาชนบทจะใช้เมื่อมีการสำรวจรูปตัดลำน้ำ และบันทึกค่าระดับสูงสุดโดยใช้สูตร

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AV$$

เมื่อ V ความเร็วเฉลี่ยของการไหล (ม./วินาที)

S ความลาดชันของลำน้ำ

R $\frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ม.)}^2}{\text{ระดับน้ำสูงสุด}}$

A $\text{พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ม.)}^2$

Q อัตราการไหล (ม.³/วินาที)

n สัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวสัมผัส

(การออกแบบแหล่งน้ำสำหรับงานเรกรัคพัฒนาชนบท. 2519 : 1 - 3)

2. วิธี (Slope - Area การคำนวณหาปริมาณน้ำหาโดยการคำนวณจากการสำรวจรูปตัดลำน้ำ วิธีนี้มามีปัจจัยสำคัญในการคำนวณเช่นเดียวกับวิธี Manning เพียงแต่แตกต่างกันที่สูตรโดยที่ วีระพล แด่สมบัติ ซึ่งเขียนไว้ในหนังสืออุทกวิทยาโดยใช้สูตร

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

โดยที่ $K = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}}$

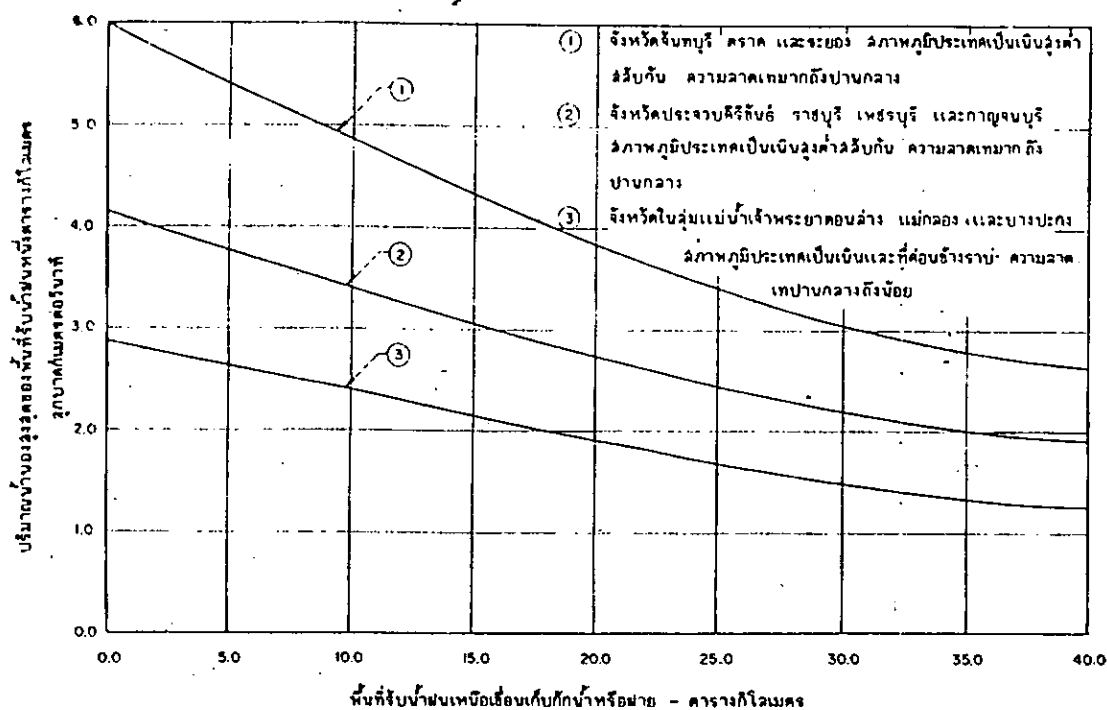
จะทำให้ $Q = KS^{\frac{1}{2}}$

(วีระพล แด่สมบัติ. 2528 : 26)

ปัจจัยที่สำคัญในการหาปริมาณน้ำหาโดยการคำนวณจากการสำรวจรูปตัดลำน้ำ ก็คือลำน้ำนั่นเอง ซึ่งปัจจัยสำคัญนี้ก็เป็นจุดอ่อนในการจะนำวิธีนี้มาใช้ในการออกแบบการระบายน้ำในกิจการทหารคอง เหตุผลที่กล่าวไว้แล้วข้างต้นอีกประการหนึ่ง ก็ถ้าไม่มีลำน้ำก็ไม่สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำหาได้

การหาปริมาณน้ำหา โดยวิธีประเมินจากปริมาณน้ำนองสูงสุดของพื้นที่รับน้ำผ่นหนึ่งหน่วยพื้นที่

วิธีนี้ ปราโมทย์ ไม้มัด ซึ่งได้เขียนเรื่องคู่มืองานเขื่อนหินขนาดเล็กและฝาย ได้เสนอวิธีหาปริมาณน้ำหาโดยวิธีประเมินจากปริมาณน้ำนองสูงสุดของพื้นที่รับน้ำผ่นหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยแบ่งพื้นที่การประเมินเป็นรายภาคและรายจังหวัด โดยไทยประเมินน้ำจำนวนมากที่สุดที่ไหลมาในลำน้ำในรอบ 25 ปี โดยประเมินโดยสะดวกและรวดเร็ว โดยอ่านกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำนองสูงสุดต่อพื้นที่รับน้ำผ่นหนึ่งตารางกิโลเมตร กับจำนวนพื้นที่รับน้ำผ่นของภาคต่าง ๆ



ภาพประกอบ 1 กราฟปริมาณน้ำนองสูง

ที่มา : ปราโมทย์ ไม้มงคล. 2524 : 4

การหาปริมาณน้ำหาโดยวิธีประเมินจากปริมาณน้ำนองสูงสุดของพื้นที่รับน้ำผืนหนึ่งหน่วยพื้นที่ การประเมินนี้กระทำเฉพาะเป็นพื้นที่ใหญ่ ๆ เช่น ภาคและพื้นที่เล็กที่สุดที่สามารถประเมินได้คือ จังหวัดพื้นที่เล็กเท่าอำเภอยังไม่สามารถประเมินได้ การออกแบบการระบายน้ำทางกิจการทหารกระทำในพื้นที่ขนาดเล็ก ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่เหมาะที่จะมาใช้ในการออกแบบการระบายน้ำทางกิจการทหาร

การหาปริมาณน้ำท่า โดยวิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำมากที่สุดเป็นสูตรสำเร็จ (Flood Flow Formula)

เจลิเมตส์กี ปอตร์ ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำมูล อ้างอิงสมการของบุคคลต่าง ๆ กันนี้ พอตเตอร์ (Potter) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณน้ำ 51 แห่ง ในที่ราบสูง อัลเลเกนีย์ และคัมเบอร์แลนด์ (Allegheny - Cumberland Plateau) และการศึกษาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\log Q_{10}^1 = 1.4 + 0.17 A^1 - 0.55 \log T + 0.93 \log P + 0.45 \log^5$$

และมอริซาวา (Morisawa) ศึกษาปริมาณน้ำของลุ่มน้ำ 15 แห่ง ในที่ราบสูง แอปพา เลเชียล (Appalachian Plateau) ผลการศึกษาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\log Q_{10}^1 = -8.96 + 0.54 \log A^1 + 0.72 \log T + 4.24 \log P - 0.29 \log^5$$

(เจลิเมตส์กี ปอตร์. 2524 : 172 - 173)

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ รอดคา ซึ่งได้ทำการศึกษาปริมาณน้ำของลุ่มน้ำ 26 แห่ง ในสหราชอาณาจักร ผลการศึกษาคือเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\log Q_{2.33} = 1.08 + 0.77 \log A + 2.92 \log R_{2.33} + 0.81 \log D$$

(Rodda. 1969 : 412 - 413)

โดยทั้ง รอคค่า และเฉลิมศักดิ์ पोत्री ให้

Q_{10}^1	แทนปริมาณน้ำมากที่สุดเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อวินาทีต่อเอเคอร์ ในช่วงเวลา 10 ปี
$Q_{2.33}^1$	แทนปริมาณน้ำมากที่สุดต่อวินาทีต่อเอเคอร์ ในช่วงเวลา 2.33 ปี
A^1	แทนพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นเอเคอร์
P	แทนองค์ประกอบความหนักของฝน (Rainfall Intensity Factor)
T	แทนองค์ประกอบของภูมิภาคประเทศ
S	แทนองค์ประกอบของความถี่ของฝน (Rainfall Frequency Factor)
t	แทนองค์ประกอบของภูมิภาคประเทศ ได้แก่ ความสูงลุ่มน้ำ รูปร่างลุ่มน้ำ และจำนวนของลำน้ำอันดับหนึ่ง (First Order Stream Frequency)
A	แทนพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นตารางไมล์
$R_{2.33}$	แทนความหนาแน่นการระบายน้ำเป็นไมล์ต่อตารางไมล์

การหาปริมาณน้ำท่า โดยอาศัยสถิติข้อมูลน้ำฝน

เป็นวิธีคำนวณค่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยอาศัยสภาพที่เกิดขึ้นจริง และไม่ได้อิงพิจารณาถึงผลกระทบของสภาพทั่วไปของลุ่มน้ำ วิธีการนี้ ธวัช คณิตธีรวิทย์ ได้ใช้สูตรดังนี้

$$Q = CIA$$

เมื่อ	Q	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด (ฟุต ³ /วินาที)
	C	ค่าสัมประสิทธิ์ของการเกิดน้ำท่า
	I	ความเข้มของฝนในช่วงเวลาและรอบปีของปรากฏการณ์น้ำฝนซ้ำ
	A	พื้นที่รับน้ำฝนเป็นเอเคอร์

(ธวัช คณิตธีรวิทย์. 2530 : 10 - 11 ; อ้างอิงมาจาก Mulvaney. 1981)

สูตร คิงส์คีย์ และเคนซาคู ทาเคกะ ได้รวบรวมและสรุปวิธีการออกแบบ
การคำนวณหาปริมาณน้ำท่าสูงสุดในคู่มืออุทกวิทยาสำหรับงานชลประทานในหน่วยระบบเมตริก
โดยใช้สูตรดังนี้

$$Q = \frac{1}{3.6} frA$$

หรือ $= 0.2778 frA$

เมื่อ Q ปริมาณน้ำท่าสูงสุด (ม.³/วินาที)

f ค่าสัมประสิทธิ์ของการเกิดน้ำท่า

r ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นในระหว่างการเกิดน้ำท่ามากที่สุด
(ม.ม./ชม.)

A พื้นที่รับน้ำฝนเป็นตารางกิโลเมตร

(สูตร คิงส์คีย์ และเคนซาคู ทาเคกะ. 2521 : 136)

ในกรณีที่พื้นที่มากกว่า 25 ตารางกิโลเมตร นิยมใช้เทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า
ซึ่งคำนวณจากการใช้กราฟน้ำท่า ซึ่ง Department of Highway USA ได้ใช้เทคนิคนี้
ในการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าสูงสุด โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การคำนวณหาช่วงเวลาฝนวิกฤต (Critical Rainfall Duration) จาก

$$t_v = \frac{1.5}{5.5} L^{0.50} Li^{0.30}$$

เมื่อ t_v ช่วงเวลาฝนวิกฤตมีหน่วยเป็นชั่วโมง

L ความยาวของลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุด
บนสันแม่น้ำ มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

Li อัตราส่วน Le/L

Le ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่ จากจุดออกถึงจุดไกลสุดศูนย์กลาง
ของลุ่มน้ำมากที่สุด มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

2. การคำนวณหาปริมาณการไหลสูงสุด (Peak Discharge) ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าซึ่งเกิดจากปริมาณฝนส่วนเกิน 1 มิลลิเมตร จะได้

$$Q_p = K_p / tv$$

เมื่อ Q_p ปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่ามีหน่วยเป็น ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร

K_p ค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณการไหลสูงสุด (Peak Discharge Coefficient) มีค่าประมาณ 28 ถึง 34 ขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่และพืชปกคลุมดิน

3. การคำนวณหาปริมาณน้ำท่าจาก

$$Q = 0.001 Q_p (i - \phi) tvA$$

เมื่อ Q ปริมาณน้ำท่ามีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร/วินาที

tv ช่วงเวลาฝนวิกฤตมีหน่วยเป็นชั่วโมง

i ความเข้มของฝนมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร/ชั่วโมง

A พื้นที่ลุ่มน้ำมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

ϕ ความสามารถในการซึมผ่านดินของดิน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร/ชั่วโมง

(Design Supervision of Rural Road. 1980 : 144 - 146)

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบการระบายน้ำ และมีผลต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ได้แก่ ปัจจัยทางลักษณะภูมิอากาศ และปัจจัยทางลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่การระบายน้ำนั้น สำหรับปัจจัยทางภูมิประเทศที่สำคัญ ได้แก่

1. พื้นที่ (Areas) เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการไหลและปริมาณของน้ำ ซึ่งการออกแบบการระบายน้ำ ต้องคำนึงถึงพื้นที่เป็นสำคัญ ได้แก่ ขนาดและรูปร่างของพื้นที่ การระบายน้ำของทหารช่าง กล่าวว่ขนาดของพื้นที่มีผลกระทบกระเทือนต่อปริมาณน้ำท่า

2 ประการ คือ

1.1 ขนาดของพื้นที่ใหญ่จะมีระยะเวลาของการไหลนาน

1.2 เส้นทางการไหลมีระยะเวลานั้น

(FM.5 - 335. 1985 : 13)

แต่อาจปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่ามีค่าคงที่แล้ว สุเทพ ดึงสมบัติ และเคนซาคุ ทาเคะ เห็นว่าจำนวนน้ำท่าทั้งหมดคิดเป็นความลึกเฉลี่ยตลอดทั้งพื้นที่ จะมีค่าเท่ากับแนวพื้นที่จะไม่เท่ากันก็ตาม ตามข้อสรุปนี้จำนวนน้ำท่าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่มีค่าคงที่ ดังนั้นปริมาณน้ำท่าสูงสุดจะเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนตามขนาดของพื้นที่ อย่างไรก็ตามความเป็นจริงนั้น ถ้าพื้นที่การระบายน้ำยิ่งมากขึ้นควย ผลที่ปรากฏก็คือ Hydrograph ของปริมาณน้ำองมีฐานกว้างขึ้น แลยอด ปริมาณน้ำสูงมีค่าน้อยลง สาเหตุอีกประการหนึ่ง ที่ทำให้ยอดปริมาณน้ำสูงมีค่าน้อยลงก็คือ ความสัมพันธ์กับความเข้มสูงสุดของฝนเป็นอัตรากลับกันกับขนาดของพื้นที่ที่ฝนตกในข้อสมมติจึงกล่าวข้างต้น ถือว่าฝนตกสม่ำเสมอทุกกรณี อย่างไรก็ตามเนื่องจากความเข้มสูงสุดของฝน ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตามขนาดความถี่อันใดอันหนึ่งนั้น จะมีค่าน้อยลงเมื่อพื้นที่มากขึ้น ดังนั้นยอดปริมาณน้ำสูงสุดจึงมีค่าน้อยลง จึงกล่าวแล้วว่าปริมาณน้ำองต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นมีค่าเป็นอัตราส่วนกลับของขนาดพื้นที่ ถ้าหากคุณลักษณะอื่น ๆ มีค่าเท่ากัน (สุเทพ ดึงสมบัติ และเคนซาคุ ทาเคะ. 2521 : 128 - 129) อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า ขนาดของพื้นที่ไม่ใช่ปัจจัยที่ไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้เกิดพฤติกรรมดังกล่าวขึ้น ซึ่งเหตุผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวความคิดของ ลินลีย์ (Linsley) ที่กล่าวว่าพื้นที่ลุ่มน้ำ (Drainage Basin) เป็นตัวแปรหนึ่ง ที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดปริมาณน้ำท่าอย่างมาก โดยปกติลุ่มน้ำขนาดใหญ่ โอกาสที่ฝนจะตกลงมาในพื้นที่ของลุ่มน้ำเป็นไปไ้มากกว่าลุ่มน้ำขนาดเล็ก ปกติแล้วฝนจะตกมากในพื้นที่ขนาดเล็ก ถ้าเปรียบเทียบลักษณะการไหลของน้ำในลุ่มน้ำ โดยพิจารณาในสภาพแวดล้อมเหมือนกันทุกประการแล้ว น้ำที่ไหลบนผิวดินในลุ่มน้ำขนาดเล็กจะมีมากกว่าในลุ่มน้ำขนาดใหญ่ โดยเฉพาะในฤดูฝน ส่วนในฤดูแล้งจะมีน้ำน้อย ซึ่งตรงกันข้ามกับลุ่มน้ำขนาดใหญ่จะมีน้ำในลำนํามากกว่า เพราะการกระจายของพื้นที่ชนิดของพืชพรรณแตกต่างกันไป เมื่อพื้นที่มากก็ย่อมดูดซับไ้มากจึงมีน้ำไหลตลอดปี ดังนั้นลำน้ำของลุ่มน้ำขนาดใหญ่จึงจัดอยู่ในลำน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี (Perennial Stream) ส่วนลำธารในลุ่มน้ำขนาดเล็กจัดอยู่ในลำน้ำไม่ตลอดปี (Intermittent Stream) เมื่อพิจารณาถึงความ

สัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลในช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่าอัตราการไหลมากที่สุดของลุ่มน้ำขนาดใหญ่ จะสูงขึ้นหรือลดลงอย่างช้า ๆ ไม่สูงขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ มักมีน้ำไหลอยู่เสมอ การซึมของน้ำใต้ดินและคอตเป็นคอตไป แต่ในลุ่มน้ำขนาดเล็กระดับน้ำจะ สูงขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็วเพราะการกักน้ำทำได้ไม่เต็มที่ น้ำจะไหลไปในช่วงระยะสั้น ๆ

(Linsley. 1949 : 254 - 255)

สำหรับรูปร่างของพื้นที่จะเป็นสิ่งบังคับอัตราการไหลของน้ำ เพราะว่ารูปร่างของพื้นที่ ควบคุมความยาวของเส้นทางไหลถึงความเห็นของ เอลิมส์กี้ ปอศรี ที่กล่าวว่ารูปร่าง ของลุ่มน้ำ (Basin Shape) จะควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่จะส่งต่อไปยังลำธาร ดังนั้น ลักษณะการไหลของน้ำจากต้นน้ำไปสู่ปากน้ำ (Outlet) จึงขึ้นอยู่กับลุ่มน้ำ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเกิด น้ำท่วมกวดย พื้นที่ที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ลักษณะลำธารจะสั้นและมีจำนวนลำธารมาก ทำให้ การไหลของน้ำจากสาขาลงสู่แม่น้ำสายใหญ่โดยตรงและเป็นไปในเวลาอันสั้น ทำให้เกิดน้ำ หลากน้ำท่วมใจวาย แต่เนื่องจากลุ่มน้ำประเภทนี้มีขนาดเล็ก จึงไม่ค่อยทำให้เกิดผลเสียหาย มากนัก และส่วนมากลุ่มน้ำเหล่านี้จะมีปริมาณน้ำน้อย ส่วนลุ่มน้ำที่มีรูปร่างเป็นรูปพัดหรือแพร (Fan or Pear Shape) จะประกอบด้วยลำธารเล็ก ๆ ทำให้น้ำไหลไปรวมกันที่ปากน้ำ มาก (เอลิมส์กี้ ปอศรี. 2520 : 18) รอดดา (Rodda. 1969 : 409) กล่าวว่าปริมาณ น้ำรายปีมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความยาวของลำน้ำสายหลัก ซึ่งรอดดาได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ ของรูปร่างลุ่มน้ำและความยาวของลำน้ำสายหลักกับปริมาณน้ำรายปี ในลุ่มน้ำของเทือกเขา แอปพาเลเชียน แสดงให้เห็นว่ารูปร่างของลุ่มน้ำมีอิทธิพลน้อยต่อปริมาณ ในลุ่มน้ำของ เทือกเขาแอปพาเลเชียน แต่ความยาวของลำน้ำสายหลักมีอิทธิพลมากต่อปริมาณน้ำ และ การไหลของน้ำในพื้นที่นี้เพราะถาลำน้ำสายหลักของลุ่มน้ำมีความยาวมาก ปริมาณน้ำที่มีในลำน้ำ ย่อมมากกวดย จึงทำให้ค่าของปริมาณน้ำรายปีมีค่าสูง แต่ในลุ่มน้ำที่ลำน้ำสายหลักสั้น ปริมาณ น้ำที่ลำน้ำรับได้น้อย ดังนั้นปริมาณน้ำรายปีจึงมีค่าน้อยตามไปควดย

การหาพื้นที่รับน้ำฝนมีความจำเป็นสำหรับหาข้อมูลพื้นที่การระบายน้ำ การวัดพื้นที่ ทำได้หลายวิธี คู่มือการอ่านแผนที่และเข็มทิศการสำนวม ได้แบ่งการวัดพื้นที่ในแผนที่ดังนี้

1. การเทียบขนาดด้วยสายตากับรูปสี่เหลี่ยมที่รูขนาดพื้นที่
2. ใช้เครื่องมือ เช่น Polar Planimeter
3. Dot Grid
4. Strip Subdivision

(FM. 21 - 26 Map Reading. 1985 : 2 - 16)

การหาพื้นที่รับน้ำฝนในหน่วยงานต่าง ๆ ที่ใช้ในประเทศไทยต่างใช้วิธีแตกต่างกัน เช่น ทหารช่างซึ่งใช้แผนที่หลัก จะใช้วิธี Dot Grid เพื่อหาพื้นที่ ส่วนงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ใช้หาพื้นที่รับน้ำฝนด้วยวิธีจุดแบ่ง (Topographic Divide) กล่าวคือ พื้นที่รับน้ำฝน คือพื้นที่ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ลุ่มรอบด้วยเส้นที่เกิดจากจุดบนผิวดินหรือสันเขา ซึ่งแบ่งน้ำฝนไหลเป็นน้ำหาบนที่เนินลงสู่ลำน้ำ จุดแบ่งจะต่อเนื่องกันเป็นเส้นรอบพื้นที่รับน้ำฝน ลักษณะของเส้นแบ่งมีดังนี้

1. ขนานภูมิประเทศที่เป็นอานมา
2. ตั้งฉากกับเส้นชั้นความสูง
3. เส้นแบ่งน้ำมักจะหักเป็นมุมตรงสันเขา

(สำนักเร่งรัดพัฒนาชนบท. 2529 : 102 - 103)

ในการศึกษาครั้งนี้อุปกรณ์ที่สำคัญที่สุด คือแผนที่ทางทหาร 1 : 50,000 และภาพถ่ายทางอากาศ 1 : 15,000 บริเวณพื้นที่ศึกษา รวมทั้งการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาจริง ดังนั้นในการคำนวณหาพื้นที่ศึกษา และรูปร่างของพื้นที่ศึกษาจึงใช้วิธี Dot Grid และวิธี Topographic Divide

2. ความสูงและลาดของพื้นที่การระบายน้ำ

ตามหลักการระบายน้ำ และการนำการออกแบบการระบายน้ำไปใช้

(Drainage Principles and Application IV Design and Management of Drainage System) กล่าวถึงลักษณะระดับความสูง ความลาดชัน และทิศทางของพื้นที่การระบายน้ำ มีอิทธิพลบางส่วนต่อลำน้ำและลักษณะทางอุทกวิทยา ระดับความสูงของพื้นที่และระดับความสูงเฉลี่ยของพื้นที่มีความสัมพันธ์เป็นอย่างมากกับอุทกภูมิและปริมาณฝน ความลาดชันของพื้นที่การระบายน้ำ มีความสัมพันธ์ที่สลับซับซ้อนต่อการรั่วซึมของน้ำลงไปในดิน จำนวนน้ำท่าที่ไหลบนผิวดิน ความชุ่มชื้นในดินและจำนวนน้ำใต้ดิน ทั่วความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่กำหนด

ระยะเวลาที่น้ำท่าไหล และกำหนดระยะเวลาที่น้ำท่าไหลจากจุดใกล้สุดบริเวณพื้นที่ถึงจุดที่ต้องการ เมื่อมีฝนตกและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำท่าสูงสุด (International Institute for Land Reclamation Improvement. 1974 : 163) และลินส์เลย์ กล่าวว่าความสูงของพื้นที่การระบายน้ำเป็นตัวแปรตัวหนึ่ง ในปัจจัยทางภูมิประเทศที่มีบทบาทสำคัญต่อการไหลของปริมาณน้ำท่าและมีอิทธิพลต่อลักษณะทางอุทกวิทยา กล่าวคือในลุ่มน้ำที่มีความสูงมากจะมีผลทำให้อัตราการคายน้ำของพืชและอัตราการระเหยของน้ำในลุ่มน้ำลดลง ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิและความกดดันของอากาศลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าในลุ่มน้ำที่สูงจะมีน้ำท่า ไคแก หมอกหิมะ และฝนเพิ่มขึ้น แต่การพัฒนาการของดินเป็นไปไคช้า ทำให้ดินชั้นซากแก่ การเก็บรักษาน้ำไวไคและมีผลทำให้น้ำไหลบ่าผิวดินมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าฝนตกหนักหรือ ป่าถูกทำลาย ตัวแปรอีกประการหนึ่ง คือความลาดชันของพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อการซึมของน้ำผ่านผิวดิน การไหลของน้ำไคดินและความชุ่มชื้นในดิน นอกจากนี้ในลุ่มน้ำที่มีความลาดชัน การสูญเสียดิน และน้ำตลอดทั้งการตุงทำลาย (Erosion) จะมีมากด้วย (Linsley. 1949 : 256 - 257) แสดงว่าในพื้นที่การระบายน้ำที่มีความลาดชันมาก อัตราการไหลของน้ำจะมีความเร็วและรุนแรง มากกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยและน้ำจะไหลผ่านผิวหน้าดินเป็นปริมาณมาก เพราะดินและพืช คุกซึมน้ำไวไคน้อย แต่พื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยน้ำในลำธารและน้ำไหลผ่านผิวหน้าดินไหลช้า ดิน ที่มีความชุ่มชื้นขึ้นมาก ปริมาณน้ำไคดินมากเพราะการซึมของน้ำผ่านผิวดินเป็นไปไคดี ซึ่งในกรณีความลาดชันของพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดปริมาณน้ำท่า

เจลิมส์กี้ ปอดรี โคอานถึง รอดคา (Rodda) ซึ่งไคศึกษาหาความสัมพันธ์ของลาด กับพื้นที่การระบายน้ำกับปริมาณน้ำมากที่สุดรายปี ของพื้นที่การระบายน้ำ 57 แห่ง ในประเทศอังกฤษ พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อย แสดงว่าในลุ่มน้ำที่มีความลาดชันมาก เมื่อฝนตกหรือ หิมะละลาย น้ำจะไหลจากต้นน้ำสู่ปากน้ำไคอย่างรวดเร็ว ทำไหปริมาณน้ำไคมากเท่ากับพื้นที่ การระบายน้ำที่มีความลาดชันน้อย น้ำจะไหลจากต้นน้ำสู่ปากน้ำไคช้า ๆ แต่มไคปริมาณน้ำมาก จึงทำไหปริมาณน้ำมากที่สุดรายปีไคสูง ผลการศึกษาของรอดคา สรุปไคเป็นสมการไคดังนี้

$$Q_m = 0.0074 A^{0.74} \cdot S$$

เมื่อ Q_m ปริมาณน้ำมากสุดรายปี
 A พื้นที่ลุ่มน้ำ
 S คำนวณความลาดชันของลุ่มน้ำ

(เฉลิมศักดิ์ ปอศรี. 2524 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Rodda. 1969)

สำหรับพื้นที่ศึกษาอยู่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดราชบุรี ส่วนใหญ่จะเป็นที่ดอนและเป็นลูกคลื่นลอนลาด แต่บริเวณที่อยู่ใกล้เชิงเทือกเขานั้น จะมีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนชัน อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100 - 300 เมตร ส่วนที่เป็นเขาและภูเขาเป็นลักษณะภูมิประเทศ 160 - 600 เมตร มีความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่เป็นภูเขาเหล่านี้คลุมพื้นที่ทางด้านทิศตะวันตกเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรี และเป็นเส้นแบ่งเขตแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า ภูเขาส่วนใหญ่ในบริเวณนี้จะเป็นหินแกรนิต อาจจะพบหินดินดานปะปนอยู่เล็กน้อย

3. ดิน (Soils)

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติขั้นมูลฐาน ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชี้อย่างเป็นสุขของมนุษย์ เพื่อศึกษาถึงการเกิดและการทำลายทรัพยากรธรรมชาติแล้ว ดินจะเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีการทดแทนไม่ทันกับความต้องการของมนุษย์ (สมเจตน์ จันทวกน. 2522 : 1 - 2) สุเทพ ตึงศักดิ์ และเคนซาคุ ทาเคดะ กล่าวว่าเนื่องจากขนาดของเม็ดดินตลอดจนสภาพการเกาะกันและลักษณะการหุ้มของดินรวมกัน ปัจจัยที่ทำให้การไหลซึมของน้ำลงไปในดินแตกต่างกันไป ดังนั้นชนิดของดินในพื้นที่การระบายน้ำ จึงมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณลักษณะของน้ำท่าและโดยที่สารคอลลอยด์ (Colloidal Matters) หักตัวและขยายตัวเพื่อความชุ่มชื้นเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการไหลซึมของน้ำลงไปในดินอีกด้วย (สุเทพ ตึงศักดิ์ และเคนซาคุ ทาเคดะ. 2521 : 129)

นอกจากดินจะมีผลการไหลของปริมาณน้ำท่าและการซึมของน้ำแล้ว สภาพการใช้ที่ดินไม่ประหยัดและไม่ถูกต้องในหลักวิชาการก่อให้เกิดดินเสื่อมโทรม ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตต่ำลง โดยมีการชะล้างของดินเป็นสาเหตุสำคัญ (พัฒนาที่ดิน. 2525 : ก - ข) สมเจตน์ จันทน์ กล้วยถึงการชะล้างพังทลายของดินว่า การชะล้างพังทลายของดินเป็นการขุดทำลายพื้นผิวดินและเคลื่อนย้ายดิน กรวด หิน หรือทรายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งด้วย น้ำ ลม และแรงตกของวัตถุ(Gravity) (สมเจตน์ จันทน์. 2522 : 37 - 38) อภิสิทธิ์ เอี่ยมหนอง กล่าวถึงการชะล้างพังทลายหรือการกัดกร่อน (Erosion) เพิ่มเติมว่าการกัดกร่อนที่ผิวหน้าดินทำให้ดินหรือองค์ประกอบของดินถูกพัดพาออกไป ตามความลาดเทหรือพื้นผิวดิน ตัวชะล้างที่สำคัญคือน้ำฝน ชารน้ำไหล ลม ชารน้ำแข็ง และน้ำทะเล อภิสิทธิ์ เอี่ยมหนอง. 2523 : 116 - 117) ฉะนั้น เกษม จันทรแก้ว และคนอื่น ๆ ได้สรุปขบวนการและปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน คือ

1. สภาพอากาศ คือ ฝน เช่น ความหนักเบา ขนาด และความเร็วของเม็ดฝน
 2. ลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ ความลาดชันและความยาวของความลาดชัน
 3. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแตกกระจายของดิน และความยากง่ายในการแตกกระจาย (Detachability)
 4. การทำลายป่าไม้
 5. การทำลายพืชและสิ่งปกคลุมดิน
 6. กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ซึ่งเกี่ยวกับการจัดการพื้นดิน
- (เกษม จันทรแก้ว และคนอื่น ๆ. 2519 : 1 - 3)

การจำแนกดินโดยกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้จำแนกดินที่ใช้อยู่ในประเทศไทยในปัจจุบันและใช้ในการสำรวจดินเมื่อ 2 ระบบ คือ

1. ระบบการจำแนกดินที่ดัดแปลงมาจากระบบการจำแนกดินแบบเก่า ปี 1938 ของสหรัฐอเมริกาเป็นระบบการจำแนกดิน ซึ่ง Dr.R. Dudal และ Dr. F.R. Moormann ได้ดัดแปลงมาจากแบบการจำแนกดิน ปี 1938 สำหรับเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจำแนกมีการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมบ้าง เพื่อให้เหมาะสมกับดินในแถบเอเชียอาคเนย์

2. ระบบการจำแนกดินแบบใหม่ของสหรัฐอเมริกา (U.S. Comprehensive Soils Classification System) เป็นระบบการจำแนกดินขึ้นมาใหม่เนื่องจากระบบเก่ามีข้อบกพร่องหลายประการ สำหรับขั้นตอนของการจำแนกดินแบบนี้แบ่งออกเป็น 6 ชั้น (Categories) โดยเรียงลำดับจากชั้นสูงสุดไปหาชั้นต่ำสุดดังนี้ คือ

อันดับ	Order
อันดับย่อย	Suborder
กลุ่มดิน	Great Group
กลุ่มย่อย	Subgroup
พวก	Family
ชุด	Series

(พัฒนาที่ดิน. 2525 : 28 - 29)

สำหรับการจำแนกดินที่ใช้ในกิจการทหาร จำแนกตามคู่มือราชการสนาม โดยจำแนกออกเป็น 2 ระบบ

1. จำแนกดินโดยขนาด ตามระบบ USCS (Unified Soil Classification System) โดยถือตะแกรงเป็นหลัก

หินใหญ่ (Cobbles)		ทางตะแกรงขนาด 3 นิ้ว
กรวด (Gravel)	ผ่านตะแกรง 3 นิ้ว	ทางตะแกรง No.4
ทราย (Sand)	ผ่านตะแกรง No.4	ทางตะแกรง No.200
อนุภาคละเอียด (Fines)	ผ่านตะแกรง No.200	ทางฉากรอง

2. จำแนกตามขนาดตามระบบ (M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology))

ตาราง 1 การแบ่งขนาดของดินตามระบบ M.I.T.

	3	2	.6	.2	.06	.02	.006	.001	ม.ม.Ø
Cobbles (หินใหญ่)	Gravel (กรวด)	Sand (ทราย)				Silt (ทรายละเอียด)		Clay (โคลน)	
		หยาบ ปานกลาง ละเอียด			หยาบ ปานกลาง ละเอียด				

(FM. 5 - 216 Soils. 1985 : 16 - 20)

การแบ่งขนาดของดินมีการแบ่งได้หลายวิธี แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนาการแบ่งขนาดของดินด้วยระบบ USCS ให้มีรายละเอียดมากขึ้น เพื่อกำหนดค่านำไปใช้ในสัมประสิทธิ์น้ำทำให้เหมาะสมต่อไป

4. ลักษณะของสิ่งคลุมดิน

สภาพของสิ่งคลุมดิน เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่การระบายน้ำจากคู่มือสนาม (FM. 30 - 10 Terrain. 1959 : 17) สรุปว่า พื้นที่การระบายน้ำที่มีป่าหรือต้นไม้ขึ้นปกคลุมหนาแน่น น้ำมีโอกาสไหลซึมลงไปในดินได้มาก ทำให้มีน้ำส่วนที่เหลือเป็นน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินได้น้อย ถ้ามีการพัฒนาและทำให้พื้นที่ป่าดังกล่าวไปรังขึ้นผิวดินจะอัดแน่นขึ้น น้ำจะมีโอกาสไหลซึมลงไปในดินได้น้อย น้ำส่วนที่ตกลงมาแล้วจะเหลือเป็นน้ำท่ามากขึ้น และรวมกันไหลด้วยความเร็วสูงในร่องน้ำ และก่อให้เกิดน้ำท่วมอย่างที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนได้ในที่สุด

สภาพที่น้ำไหลซึมลงไปในดินหรือการรั่วซึมของน้ำลงไปในดินนั้น ขึ้นอยู่กับพืชที่คลุมผิวดินดังเช่น สุเทพ ดึงศัทธิย์ และเคนซาคุ ทาเคะ ซึ่งได้เสนอเกี่ยวกับการรั่วซึมลงไปในดินของน้ำว่า ในกรณีที่แผ่นดินปกคลุมด้วยสนไมและหญ้า การรั่วซึมจะเพิ่มมากขึ้น พืชไม่เพียงแต่ปกคลุมผิวดินจากแรงกระแทกของฝนตกเท่านั้น แต่ชั้นที่มียากที่ข่อยอยู่ในดิน ซึ่งมีตัวแมลงชุกชวยอยู่เสมอก็คงเช่นเดียวกันนั่นคือ ผลของการรั่วซึมเกิดจากพืชโดยทั่ว ๆ ไป จะมีค่ามากกว่าผลการรั่วซึม ซึ่งขึ้นอยู่กับแบบของดิน (สุเทพ ดึงศัทธิย์ และเคนซาคุ ทาเคะ. 2521 : 74) พืชพันธุ์ธรรมชาติในลุ่มน้ำ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปริมาณน้ำท่าและการไหลของน้ำในพื้นที่การระบายน้ำดังเช่น อุทัย จันนภา กล่าวว่าพืชกับน้ำมีความเกี่ยวข้องกันและสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สนไมจะให้ความชุ่มชื้นต่อพื้นดิน ช่วยปกคลุมผิวดินมิให้ถูกชะล้างโดยน้ำฝน และช่วยยึดเหนี่ยวดินมิให้พังทลายไถ่กาย สนไมจะช่วยให้หน้า้ซึมลงสู่ดินไ้มากขึ้น เมื่อฝนตกลงมาเรือนยอดของสนไมจะช่วยเหลือกันและลดความรุนแรงของน้ำฝนได้ โดยเฉลี่ย 30 - 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ส่วนปริมาณน้ำที่เหลือ 65 - 70 เปอร์เซ็นต์ ไหลลงสู่ผิวดิน เกษกั้งไม้ใบไม้ซึ่งร่วงหล่นอยู่บนผิวดินจะทำหน้าที่ป้องกันมิให้ ผิวดินถูกน้ำกัดเซาะและขณะเดียวกันจะถูกซึมน้ำไ้ไม่ต่ำกว่าครึ่งหนึ่ง ส่วนน้ำที่เหลือจะซึมลงไปในดินกลายเป็นน้ำที่แจกจ่ายไ้ให้แก่ลำธารและแม่น้ำต่าง ๆ ดังนั้นถ้าในลุ่มน้ำที่มีพืชปกคลุมน้อย ปริมาณน้ำท่าก็มัน้อย จะมีน้ำมากในช่วงระยะฝนตกเท่านั้น (อุทัย จันนภา. 2517 : 29)

นอกจากพืชพันธุ์และป่าไ้จะมีผลต่อการไหลของปริมาณน้ำท่าแล้ว ยังมีผลต่อการพังทลายของดินในพื้นที่การระบายน้ำด้วย ตามที่สนไมชั้นปกคลุมหนาแน่น ช่วยลดการพังทลายอันเกิดจากน้ำฝน น้ำไหลบ่าผิวดิน เมื่อมีการทำลายป่าไ้เท่ากับเพิ่มการพังทลายของดิน เกษม จันทรแก้ว กล่าวถึงสนไมช่วยลดการพังทลายของดินไ้ คือส่วนบนของสนไมมีหน้าที่รองรับแรงกระแทกของเม็ดฝน มิให้ตกกระทบสู่ผิวดินโดยตรง (Throughfall) ทำให้น้ำค่อย ๆ ไหลตามสนไมลงสู่พื้นดิน โอกาสที่ผิวดินจะแตกกระจายจึงมัน้อยน้ำจะซึมลงดินไ้ง่ายขึ้น ลดการไหลบ่าผิวดิน (เกษม จันทรแก้ว. 2515 : 144)

บริเวณพื้นที่ศึกษาจากการสำรวจของกรมป่าไ้ ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมพบว่า เมื่อปี 2517 มีปริมาณป่าไ้ถึง 42.6 เปอร์เซ็นต์ (ป่าไ้. 2520 : 16)

แต่ปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ได้ถูกบุกรุกและเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมปลูกพืช เช่น อ้อย มันสำปะหลัง และสัปะรด ซึ่งพืชเหล่านี้มีผลในการซึมของน้ำฝนที่จะซึมลงในดินหรือน้ำท่าแตกต่างจากพืชที่ป่าไม้

5. สัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient) เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการไหลของน้ำท่า สำหรับคู่มือสนามทางกิจการทหาร เรียกว่า การหน่วงน้ำไวบนผิวหน้า (Surface Detention) จะมีขึ้นเหนือพื้นดินก่อนเกิดมีการไหลของน้ำบนผิวดินและมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับลาดและความหยาบของผิวที่ปกคลุมพื้นผิวนั้นอยู่ บนพื้นผิวราบเรียบ เช่น ผิวที่ลาดไฉและพื้นผิวที่ลาดชัน การหน่วงน้ำไวบนผิวน้ำมีค่าต่ำกว่าบนพื้นผิวที่แบนราบและหยาบ เช่น พื้นหญ้า ค่านี้จะสูงขึ้น ค่านี้เรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient) (FM. 30 - 10 Terrain Intelligence. 1959 : 126) ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ในแต่ละพื้นที่มีค่าแตกต่างกันไป สุเทพ ดิสงคหิทธิ์ และเคนซาอุ ทาเคกะ กล่าวว่าสัมประสิทธิ์น้ำท่ามีความหมาย 2 ชนิด คือ

$$f_1 = \frac{\text{ปริมาณน้ำท่วมสูงสุด}}{(\text{ค่าเฉลี่ยของความเข้มของฝนที่ตกกระหว่างเกิดน้ำท่า} \times \text{พื้นที่การระบายน้ำ})}$$

$$f_2 = \frac{\text{จำนวนน้ำท่าที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{จำนวนน้ำฝนที่ตกทั้งหมด}}$$

ถ้า f_1 เรียกว่า "สัมประสิทธิ์ของการเกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุด" (Peak Runoff Coefficient) ใช้ในพื้นที่ ๆ ไป f_2 ใช้สำหรับพื้นที่ที่แน่นอนน้ำท่า ๆ ไป

f_1, f_2 ต้องสัมพันธ์ไปตามลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่การระบายน้ำ ความแตกต่างของการใช้ที่ดินและอื่น ๆ (สุเทพ ดิสงคหิทธิ์ และเคนซาอุ ทาเคกะ. 2521 : 136 - 137) การคำนวณหาสัมประสิทธิ์น้ำท้านี้คล้ายกับการคำนวณของ Drainage

Principles and Application IV Design and Management of Drainage System
กล่าวว่า

$$C = \frac{Q_p}{AI}$$

C สัมประสิทธิ์น้ำท่า
 Q_p ปริมาณน้ำท่าสูงสุด
 A พื้นที่การระบายน้ำ
 I ความเข้มของฝน

โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า ค่าของ C เป็นค่าที่หาได้จากอัตราส่วนระหว่าง
 ค่าของปริมาณฝนตกกับค่าของปริมาณน้ำท่า หรือ

$$C = \frac{\text{ค่าของปริมาณน้ำท่า}}{\text{ค่าของปริมาณฝนตก}}$$

ต่อมาได้พัฒนาโดย U.S. Conservation Service ซึ่งได้นำไปคำนวณ
 จากพื้นที่ที่มีข้อมูลปริมาณน้ำฝนมากที่สุด เรียงลำดับเกินกว่าห้าครั้งได้

$$C = 0.64 \frac{\text{ค่าของปริมาณน้ำท่า}}{\text{ค่าของปริมาณฝนตก}}$$

(Drainage Plinciple and Application IV Design and Management of
 Drainage System. 1974 : 93 - 94)

การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ในการระบายน้ำ สำหรับหน่วยงานที่
ต้องการกำหนดออกเป็นค่าสำเร็จรูปนั้น มีการใช้ข้อมูลหลายหน่วยงานได้กำหนดค่าไว้หลายหน่วยงาน
ได้แก่ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักดังนี้

ตาราง 2 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ในสำนักงานพัฒนาชนบท

ภูมิประเทศและต้นไม้ปกคลุม		ดินทรายปน ดินตะกอน	ดินเหนียวปน ดินตะกอน	ดินเหนียวแน่น
พื้นที่เป็นป่า	ที่ราบ (ลาด 0 - 5%)	0.10	0.30	0.40
	เป็นลูกคลื่น (ลาด 5 - 10%)	0.25	0.35	0.50
	เป็นเนิน (ลาด 10 - 30%)	0.30	0.50	0.60
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	ที่ราบ	0.10	0.30	0.40
	เป็นลูกคลื่น	0.16	0.36	0.55
	เป็นเนิน	0.22	0.42	0.60
พื้นที่เพาะปลูก	ที่ราบ	0.30	0.50	0.60
	เป็นลูกคลื่น	0.40	0.60	0.70
	เป็นเนิน	0.52	0.72	0.82

ลักษณะพื้นที่

ในเมือง 0.6 - 0.76

หมู่บ้านจึกัสรร 0.5 - 0.7

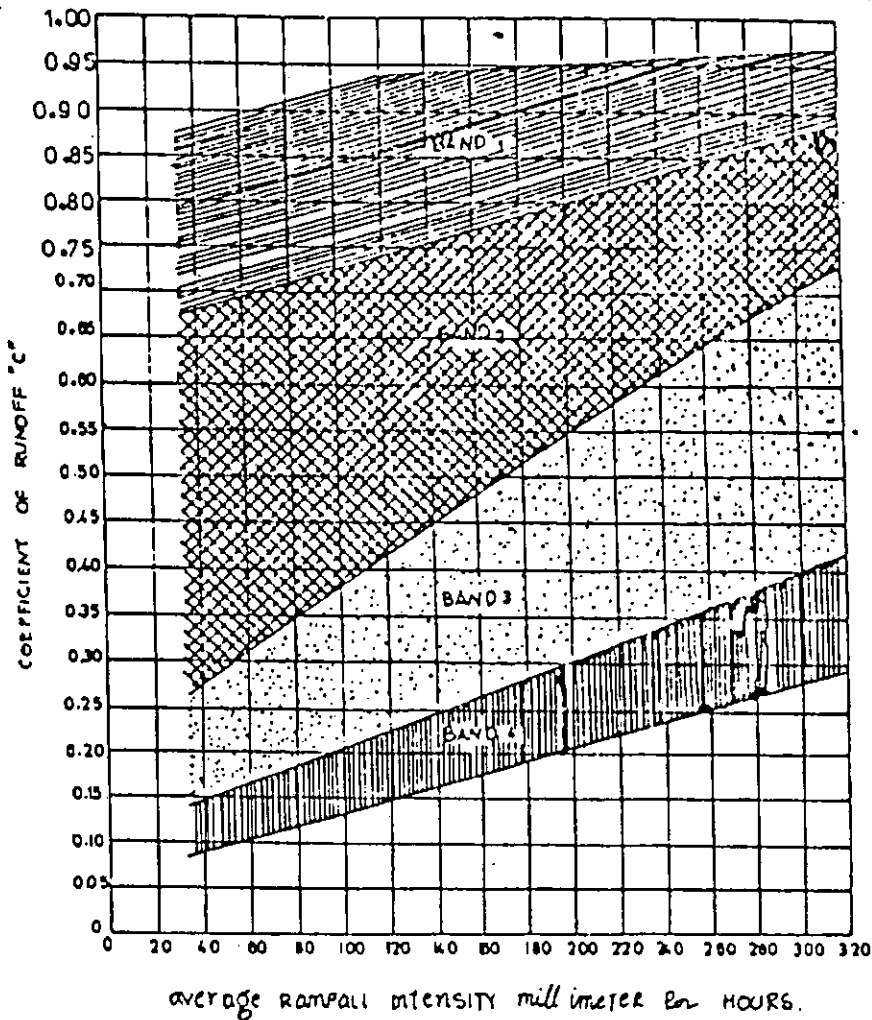
ถนน 0.75 - 0.85

บนหลังคา 0.75 - 0.95

ที่มา : พัฒนาชนบท. 2529 : 16

นอกจากนี้กรมทางหลวงได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า ที่ใช้สำหรับ
กรมทางหลวงเป็นรูปสำเร็จดังนี้

ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ในกรมทางหลวง



- | | | |
|---|--------|---|
|  | Band 1 | STEEP BARREN, IMPERVIOUS SURFACES. |
|  | Band 2 | ROLLING BARREN IN UPPER BAND VALLEYS, FLAT BARREN IN LOWER PART OF BAND STEEP FORESTED & STEEP GRASS MEADOW |
|  | Band 3 | TIMBER LANDS OF MODERATE TO STEEP SLOPES MOUNTAINOUS, FARMING |
|  | Band 4 | FLAT PERVIOUS SURFACES, FLAT FARMLAND WOODED AREAS AND MEADOWS. |

การหาค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ในการหารกำหนดขึ้นมาจากการทดลอง
เพื่อหาค่าของสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยกำหนดตัวเลขแต่ละผิวดินดังนี้

ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ใน FM. 5 - 335

TYPES OF SURFACE	FACTOR
Asphalt Pavements	0.80 to 0.95
Concrete Pavements	0.70 to 0.90
Gravel or Macadam Pavements	0.35 to 0.70
Impervious Soils	0.40 to 0.65
Impervious Soils with Turf	0.30 to 0.55
Slightly Pervious Soils	0.15 to 0.40
Pervious Soils	0.01 to 0.10
Wooded Areas (Depending on Surface Slope & Soil Cover)	0.01 to 0.20

ที่มา : Student Reference Drainage. 1964 : 25

นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์ที่นำไปใช้แต่ละท้องที่ซึ่งให้ค่าแตกต่างกันเป็นสนว่า
ค่าสัมประสิทธิ์ที่นำไปใช้ในสหรัฐอเมริกา สำหรับ Rational Formula ใช้ค่า

ตาราง 5 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา

Slope	Sandy Loam	Clay and Silt Loam	Tight Clay
Forest			
0 - 5%	0.10	0.30	0.40
5 - 10%	0.25	0.35	0.50
10 - 30%	0.30	0.50	0.60
Pastures			
0 - 5%	0.10	0.30	0.40
5 - 10%	0.15	0.35	0.55
10 - 30%	0.20	0.40	0.60
Arable Land			
0 - 5%	0.30	0.50	0.60
5 - 10%	0.40	0.60	0.70
10 - 30%	0.50	0.70	0.80

ที่มา : Drainage Principle and Application IV Design and Management of
Drainage System. 1974 : 95

เช่นเดียวกัน สุเทพ ดิษฐพิชัย กับเคนซาคุ ทาเคดะ ได้อ้างถึง คร. Mononobe ได้นำ Rational Formula ไปใช้ในญี่ปุ่น ได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักดังนี้

ตาราง 6 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ในญี่ปุ่น

ลักษณะของพื้นที่การระบายน้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์
พื้นที่ชั้น บริเวณภูเขา	0.75 - 0.90
พื้นที่ภูเขาไม่สูงชันมาก	0.70 - 0.80
พื้นที่เป็นเนินและมีป่าไม้	0.50 - 0.75
พื้นที่เพาะปลูกในที่ราบ	0.45 - 0.60
พื้นที่น้ำท่วมการชลประทาน	0.70 - 0.80
แม่น้ำในบริเวณภูเขา	0.75 - 0.85
แม่น้ำเล็ก ๆ ในที่ราบ	0.45 - 0.75
แม่น้ำขนาดใหญ่ซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำเก่าครั้งหนึ่งเป็นที่ราบ	0.50 - 0.75

ที่มา : สุเทพ ดิษฐพิชัย และเคนซาคุ ทาเคดะ. 2521 : 137

สำหรับตัวแปรในการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักนั้น ได้แก่ อัตราลาด ลักษณะผิวคลุมและลักษณะดิน ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ในพื้นที่ศึกษามีแตกต่างกันไป ซึ่งตัวแปรแต่ละค่าที่จะนำมาพิจารณาคำนวณนี้ ได้มาจากการสำรวจและเจาะในพื้นที่จริง จากการแปลจากภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ และการใช้แผนที่บริเวณพื้นที่ศึกษามากำหนด

ปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดว่า ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่การระบายน้ำ มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดน้ำท่าและลักษณะการไหลของน้ำอย่างมาก ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่าอีกประการหนึ่ง คือปัจจัยลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่การระบายน้ำ ซึ่งมีดังนี้

1. ความหนักเบาของฝน (Intensity of Rainfall)

ความหนักเบาของฝนตามพจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ มีความหมายอยู่ 2 ประการ ได้แก่

1.1 อัตราที่ฝนตกลงมาถึงพื้นโลก โดยพิจารณาจากปริมาณของฝนต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อชั่วโมง หรือมิลลิเมตรต่อ 24 ชั่วโมง

1.2 มีความหมายว่าในอัตราเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนต่อช่วงเวลาที่กำหนดในสถานนั้น เช่น อัตราเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนต่อช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ของสถานีใดสถานีหนึ่ง จึงคำนวณได้ดังนี้

$$\text{อัตราเฉลี่ยน้ำฝนต่อชั่วโมง} = \frac{\text{ปริมาณฝนรวมในช่วง 24 ชั่วโมง}}{\text{จำนวนชั่วโมงที่มีฝนตกในวันนั้น}}$$

หรือ

$$\text{อัตราเฉลี่ยน้ำฝนต่อวัน} = \frac{\text{ปริมาณฝนรวมในรอบปี}}{\text{จำนวนวันที่มีฝนตกในปีนั้น}}$$

(พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์. 2523 : 444 - 445)

นอกจากนี้การคำนวณค่าความเข้มของฝนนี้ สุเทพ ดึงสิทธิ์ และเคนซาคุ ทาเคะ
กล่าววาค่าความเข้มงวดของฝนเป็นรายชั่วโมง รายวัน รายเดือน และฝนทั้งปี ซึ่งแต่ละอย่าง
มีความแตกต่างกัน การใช้ค่าโดยประมาณขึ้นอยู่กับความมุ่งหมายที่จะนำไปใช้และสำคัญที่สุดคือใช้สำรวจ
ได้ ต้องบันทึกให้ชัดเจน เพื่อนำประโยชน์ในการวางโครงการหรือแผนงานต่อไปในการคำนวณ

เกษม สมภักดิ์ ได้วิเคราะห์ลักษณะฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ใช้สูตรใน
การคำนวณหาค่าความเข้มของฝนดังนี้

$$I = \frac{T}{N}$$

เมื่อ I ความเข้มของฝน
T ผลรวมของปริมาณน้ำฝน
N จำนวนครั้งที่ฝนตก

(เกษม สมภักดิ์. ม.ป.ป. ; อ้างอิงมาจาก Niewolt : 1973)

สำหรับจำนวนครั้งที่ฝนตก N หรือช่วงเวลา (Duration) คือช่วงเวลาของฝนเริ่มตก
จนถึงฝนหยุด ซึ่งความเข้มของฝนขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของฝนที่ตก เป็นฝนทั้งปี รายเดือน และ
รายวัน ในบางท้องที่ที่ช่วงเวลาของฝนตกน้อยกว่า 1 ชั่วโมง สามารถหาค่าความเข้มของฝนเป็น
ชั่วโมงได้ตามคู่มือการระบายน้ำทางทหารจะได้จาก

$$\text{อัตราของฝนที่ตก} = \frac{\text{ปริมาณน้ำฝน}}{\text{ช่วงเวลาฝนตก}} \times 60 \text{ นาที}$$

ตัวอย่าง เช่น ฝนตก 15 นาที ปริมาณน้ำฝนรวม 0.5 นิ้ว จะได้

$$\frac{0.5 \text{ in}}{15 \text{ min}} \times 60 = 2 \text{ in/hr}$$

(FM.5 - 335 drainage. 1985 : 2 - 5)

ค่าความเข้มของฝนเป็นค่าที่มีอยู่ในความสนใจของนักอุตุนิยมวิทยาและนักชลประทานมาก
ทั้งเช่น แบร์รี่ และชอร์เลย์ กล่าววาค่าความเข้มของฝนใช้ในการพยากรณ์และป้องกันน้ำท่วม
นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสนใจของนักอนุรักษ์ โดยเฉพาะในเรื่องเกี่ยวกับการพังทลายของดิน ซึ่งเกิด
จากความเข้มของฝนสูงในระหว่างที่มีพายุหรือฝนตกในช่วงเวลาสั้น ๆ (Barry and Chorley :
1970 : 74) และจรรยา สุขเกษม ได้มีความเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเข้มของฝนในหลักการ
และการจัดการลุ่มน้ำว่า ความเข้มของฝนที่เหมาะสมจะสามารถที่จะอ่านวชประโยชน์แก่ประชากร
อย่างเอนกอนันต์ แต่ค่าความเข้มของฝนที่เกิดขึ้นขาดความสัมพันธ์ก่อให้เกิดความเสียหาย
ได้โดยเฉพาะเมื่อเวลาเกิดฝนตกหนัก เพราะเมื่อฝนที่ตกลงมานั้นเป็นเหตุการณ์ที่สำคัญในกระบวนการ
การชะล้างพังทลายดินและปริมาณการพังทลายของดิน จะสัมพันธ์กับพลังงานกลของฝน (จรรยา สุขเกษม.
2527 : 197)

ในการศึกษาครั้งนี้ ให้นำข้อมูลน้ำฝนในพื้นที่ใดพื้นที่ใด โดยกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในช่วง 21 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2509 - 2530 มาเรียงลำดับข้อมูล
ที่มีความเข้มสูงสุดในช่วงเวลา 5 นาที จนถึง 360 นาที เพื่อหาความเข้มของฝนในช่วงต่าง ๆ
รวมทั้งข้อมูลนี้จะทำให้สามารถคำนวณปรากฏการณ์ฝนซ้ำในช่วงต่าง ๆ ได้อีกด้วย

2. ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ (Return Period)

ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ หมายถึง โอกาสที่ลักษณะ
ของฝนที่ตกในเวลา 24 ชั่วโมง ที่ปรากฏในปัจจุบันหรืออดีตจะกลับมาปรากฏซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งมี
ความสำคัญมากในการศึกษาเรื่องฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิศวกรที่ออกแบบงานด้านวิศวกรรม
ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและโอกาสที่จะเกิดการเสียหาย ถ้ามีฝนตกหนักเท่าที่คาดคะเนไว้ จึง
จำเป็นต้องศึกษาค่าความถี่ที่อัตราฝนตก หรือค่าฝนตกในรอบปีที่ระดับอัตราฝนตกสูงสุดระดับหนึ่ง
อาจย้อนกลับมาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อที่จะนำไปช่วยในการเลือกการรอบปีของอัตราสูงสุด สำหรับ
ปริมาณฝนตกที่ต้องการตามความสำคัญของการศึกษา ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์
ปริมาณน้ำฝนซ้ำ ได้มีผู้ศึกษาในประเทศไทย คือวิศิษฐ์ รัตมีพิตร ได้ศึกษาลักษณะการคายน้ำใน
ประเทศไทย ได้พบว่า การเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำในประเทศไทย เมื่อลมฟ้าอากาศ
ปกติ ฝนตกตามฤดูกาล ปริมาณน้ำฝนจะสูงหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยไม่มากนัก แต่บางทีอาจมีฝนตกชุก

จนทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วม การเกษตรกรรมได้รับความเสียหาย จึงควรที่จะทราบโอกาสที่จะเกิดการย้อนกลับของปริมาณน้ำฝนสูงสุดในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการเกษตรกรรมรวมทั้งการชลประทาน (วิเศษ รัตน์หัต. 2524 : 5 - 10)

สำหรับวิธีคำนวณหรือวิเคราะห์ความถี่ ของความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์น้ำฝนที่จะกลับมาปรากฏซ้ำอีกในรอบปีต่าง ๆ สามารถจะทำให้หลายวิธีตั้งแต่วิธีง่าย ๆ จนถึงวิธีซับซ้อน วิธีการวิเคราะห์แบบง่าย ๆ และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง คือ The Extreme Type I (Gumbel) Distribution ซึ่งมันทนา พุฒวัน ได้ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น - ช่วงเวลา - ความถี่ของฝนของสถานีตรวจอากาศกรุงเทพฯ มีสูตรดังนี้

$$Tr = \frac{n + 1}{m}$$

เมื่อ n จำนวนค่าของเหตุการณ์
 m ลำดับของค่าเหตุการณ์จากมากไปหาน้อย
 Tr ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ
 นอกจากนั้น มันทนา พุฒวัน ยังใช้สูตร

$$X_{Tr} = X - KS_X$$

เมื่อ X_{Tr} ค่าของเหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่กำหนดซึ่งเกิดขึ้นโดยเฉลี่ย 1 ครั้ง ตามคาบเวลาของปรากฏการณ์น้ำฝนซ้ำ (Return Period)
 X ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 K ค่า Frequency Factor
 S_X ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ค่า K ได้จาก

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n}$$

Y_n = reduce mean

S_n = reduce standard deviation

Y_{Tr} = reduce Variate.

เมื่อ $Y_{Tr} = (0.83405 \times 2.30259 \log \frac{Tr}{Tr-1})$

2 K จะได้จากตาราง K เมื่อรู้ค่า n และ Tr ที่ต้องการหา
(มันทนา พฤษวัน. 2528 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Who. 1974)

โช้ว (Chow) ได้วิเคราะห์ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนเข้าโดยใช้สมการความถี่

The two Parameter Log - Normal Distribution

$$\log X_T = M + Kt.S$$

$$M = \frac{\sum \log X}{n}$$

เมื่อ X ค่าปริมาณน้ำฝนสูงสุดในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละปี

n จำนวนปีของข้อมูล

X_t ค่าของปริมาณน้ำฝนที่ค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่กำหนด

S ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Log X

Kt = Frequency Factor (โดยค่า K ที่มี Skew Coefficient=0)

และสามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์น้ำฝนเข้า The Log - Pearson Type III Distribution.

ใช้สมการคำนวณเช่นเดียวกับวิธี The two Parameter Log - Normal Distribution.

เพียงแต่ว่าค่า Skew Coefficient จะมีค่าไม่เท่ากับ 0 (Chow. 1964 : 64) สำหรับ

ข้อมูลที่เก็บได้จำนวนน้อยในกิจการทหาร จะหาความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนเข้าจากคู่มือการธนาคารน้ำฝน

$$Tr = \frac{2n}{(2m-1)}$$

$$\text{หรือ } Tr = \frac{n}{m-1}$$

เมื่อ Tr ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ
 n จำนวนค่าของเหตุการณ์
 m ลำดับที่ของค่าเหตุการณ์จากมากไปหาน้อย

ในกรณีข้อมูลที่เก็บได้มีจำนวนมาก อาจใช้สูตรค่าปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ

จากสูตร

$$Tr = \frac{n}{m}$$

(FM. 5 - 335 Drainage. 1985 : 2 - 7)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์การเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ ในรอบปีต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาโดยใช้วิธีวิเคราะห์ทั้ง 3 แบบ มาเปรียบเทียบเพื่อหาค่าที่เหมาะสมนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าปริมาณน้ำฝนซ้ำ ค่าที่เหมาะสมต้องเป็นค่าให้ค่าปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมกับประมาณที่จะสามารถก่อสร้างอาคารแบบใดก็ได้อย่างเพียงพอก่อนที่หน่วยงาน ที่รับผิดชอบจะตั้งงบประมาณสำหรับการซ่อมแซมได้ทันที

หลักเกณฑ์การเลือกค่ารอบปีสำหรับปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ

หลักเกณฑ์การเลือกค่ารอบปีสำหรับการใช้งานต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับความสำคัญของงานนั้น ๆ งานเร่งรัดพัฒนาชนบทได้เลือกใช้จากตารางรอบปี สำหรับการออกแบบการระบายน้ำต่าง ๆ

ตาราง 7 การรอบป้สำหรับใช้ในงานต่าง ๆ

ลำดับที่	งาน	รอบป้
1	งานระบายน้ำ ท่อลอดที่หมั่นน้ำน้อยและการซุกซยายลำน้ำเล็ก ๆ ในชนบท	3 - 5
2	ทางระบายน้ำ ฝ่ายน้ำล้นขนาดเล็กในชนบทหากได้รับความ เสียหายเนื่องจากน้ำนองก็ไมเกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน	10 - 20
3	ท่อลอดและสะพานเล็ก ๆ บนทางสาธารณะระหว่างหมู่บ้าน	30 - 50
4	งานตามข้อ 1 หากเสียหายเนื่องจากน้ำนองจะเป็นอันตราย ต่อชีวิตและทรัพย์สิน	50 - 100
5	งานตามข้อ 2 หากเสียหายแล้วจะเกิดอันตรายต่อชีวิตและ ทรัพย์สิน	50 - 100
6	ท่อลอดสะพานเล็ก ๆ บนทางหลวง คำนี้น้ำมากก่อให้เกิด ความเสียหายแก่ทรัพย์สิน	50 - 100

ที่มา : Student Reference Drainage. 1964 : 142 citing Nemec

สำหรับการกำหนดการออกแบบการระบายน้ำที่ใช้ในกรมทางหลวง ได้กำหนดการรอบปี เพื่อให้เหมาะสมกับงานต่าง ๆ โดยใช้การรอบปีอย่างต่ำ 10 ปี และ 20., 50 ปี ตามลำดับ แล้วแต่ความสำคัญของงานนั้น (ทางหลวง. 2528 : 22 - 24) ซึ่งผิดกับการกำหนดการรอบปี สำหรับการออกแบบการระบายน้ำที่ใช้ในกิจการทหาร ได้กำหนดตามคู่มือราชการทหาร โดยใช้การรอบปีสำหรับการออกแบบการระบายน้ำใช้ในรอบ 2 ปี เพราะส่วนใหญ่แล้วพื้นที่การระบายน้ำทางทหารในอดีตจะอยู่ในยุทธบรีเวณการออกแบบ จึงออกแบบเพื่อหลวงเท่านั้น (FM. 5 - 335 Drainage. 1925 : 2 - 10)

ทั้งนี้การกำหนดการรอบปี สำหรับการออกแบบการระบายน้ำต้องให้เหมาะสมกับหน่วยงานที่รับผิดชอบการดูแลการระบายน้ำนั้น ๆ คือไป โดยใช้การรอบปีดังกล่าวนี้ไม่สูงจนเกินไป ซึ่งถ้าสูงเกินไปแล้ว จะขัดกับงบประมาณที่ได้รับเพราะยิ่งการรอบปียิ่งสูง งบประมาณในการก่อสร้างก็สูงไปตามรอบปี และการรอบปีก็ไม่น้อยจนเกินไป คือน้อยจนผู้ที่รับผิดชอบไม่ทันของประมาณมาซ่อมแซมได้ เพราะงบประมาณแต่ละครั้ง ต้องกำหนดการขอไว้ 2 ปี จึงจะได้งบประมาณมา เพราะบางครั้งงบประมาณสำหรับการซ่อมแซมสาธารณูปโภคยังไม่ได้รับ ต้องจัดงบประมาณอื่น เช่น งบประมาณฉุกเฉิน หรืองบประมาณสำหรับบริหารมาทำการซ่อมแซมสาธารณูปโภคที่ได้รับไปจากทางทหาร ทำให้เกิดปัญหายุ่งยาก ถ้าไม่มีงบประมาณสำหรับซ่อมก็ทำให้เป็นที่เดือดร้อนต่อประชาชนทั่วไป

เวลาของการไหลรวม (Time of Concentration)

สำหรับเส้นทางการไหล คือเส้นทางที่น้ำไหลออกไปสู่ช่องทางระบายน้ำออก น้ำจะไหลออกจากพื้นที่ที่มีระดับสูง ไปสู่พื้นที่ที่มีระดับต่ำกว่าในทิศทางที่ตั้งฉากกันกับเส้นชั้นความสูงโดยทั่วไป และแนวลาดของเส้นทางการไหลทั้งหมดที่เกิดขึ้นในพื้นที่

เวลาของการไหลรวม (Time of Concentration) มีผู้ให้คำจำกัดความไว้มากหลายคน เช่น วีระพล แดสมบัติ ได้กล่าวว่า เวลาของการไหลรวม (Time of Concentration) คือระยะเวลาที่ طولการในการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำท่าจากจุดไกลสุดบนพื้นที่น้ำ จนถึงจุดน้ำไหลออกจากพื้นที่ (Outlet) (วีระพล แดสมบัติ. 2528 : 294) ซึ่งสอดคล้องกับ นิเมค

(Nemec. J) ที่กล่าวว่า สำหรับเวลาของการไหลรวมของลุ่มน้ำ หมายถึงเวลาที่ต้องการเพื่อให้น้ำที่ไหลจากจุดที่สุดของพื้นที่ลุ่มน้ำมายังปากลุ่มน้ำ และคือน้ำที่ควบแน่นและที่ลุ่มบนผิวดินมีน้ำขังเต็ม (Nemec. 1972 : 321 - 322) และคู่มือการระบายน้ำทางทหารได้สรุปว่า เวลาของการไหลรวม (Time of Concentration) ประกอบด้วยเวลาการไหลรวมของน้ำบนพื้นที่ดินรวมเข้าด้วยกันกับเวลาการไหลในระบบการระบายน้ำ เวลาการไหลของน้ำบนพื้นที่ดินรวมเข้าด้วยกันกับเวลาของการไหลในระบบการระบายน้ำ ทิศทางการไหลนั้นจะคงไคฉากกับเส้นชั้นความสูง ในพื้นที่ที่มีเส้นชั้นความสูงเป็นลาดเว้า เส้นทางการไหลอาจจะพิจารณาไปตามลาดเว้า

(FM.5 - 335 Drainage. 1985 : 16) ในเวลาเดียวกัน เวลาไหลรวมสูงสุดของปริมาณน้ำหาสามารถหาได้จากสูตร ซึ่งมีหลายคนได้เสนอเวลาไหลรวมดังเช่น วีระพล แดสมบัติ ได้เสนอสูตรดังนี้

$$T_c = 0.00013 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

เมื่อ L ระยะทางเป็นฟุตวัดตามแนวเส้นทางสายหลักจากจุดไกลสุดที่ล้นเป็นน้ำ
 T_c ช่วงเวลาไหลรวมสูงสุดมีหน่วยเป็นชั่วโมง
 (Time of Concentration)
 S ความลาดเฉลี่ยของลำน้ำที่มีหน่วยเป็นฟุตต่อฟุต

(วีระพล แดสมบัติ. 2528 : 294)

และสูตรนี้มีลักษณะคล้ายสูตรของ นีเมค (Nemec. J) ที่กล่าวว่า

$$T_c = 0.00078 L^{0.77 - 0.385}$$

เมื่อ T_c เวลาที่น้ำไหลมารวมกันมีหน่วยเป็นนาฬิกา
 L ระยะทางไหลที่ยาวที่สุดมีหน่วยเป็นฟุต
 S ความลาดเฉลี่ยของลำน้ำที่มีหน่วยเป็นฟุตต่อฟุต

(Nemec. 1972 : 322)

สำหรับสูตรที่ใช้หน่วยเป็นเมตริกนั้น มีผู้ใช้สูตร เช่น สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ได้ใช้สูตร

$$T_c = 0.0663 \left(\frac{L}{S} \right)^{0.77}$$

$$S = \frac{H}{L}$$

เมื่อ T_c เวลาในการไหลรวมเป็นชั่วโมง

S ความลาดเอียงเฉลี่ยของพื้นที่ท้องน้ำ ($\frac{\text{เมตร}}{\text{เมตร}}$)

H ระดับพื้นท้องน้ำของลำน้ำใกล้สุด - ระดับพื้นท้องน้ำของลำน้ำ ที่
จุดที่ตั้งโครงการ (เมตร)

(สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท. 2529 : 160)

สอดคล้องกับหลักการระบายน้ำและการนำไปใช้เล่ม 4 ที่ใช้สูตร

$$T_c = 0.195 K^{0.77}$$

$$K = \frac{L}{S}$$

$$S = \frac{H}{L}$$

เมื่อ T_c เวลาที่น้ำไหลรวม (นาที)

L ความยาวสูงสุดของเส้นทางไหล (เมตร)

H ความแตกต่างระหว่างระดับสูงสุดและระดับทางออก (เมตร)

(Drainage Principle and Application IV Design and Management of
Drainage System. 1974 : 93)

เวลาในการไหลรวมส่วนใหญ่ในพื้นที่ จะประกอบด้วยการไหลเป็นแผ่น (Sheet Overland
Flow) และการไหลเป็นร่อง - คู หรือการไหลในระบบการระบายน้ำ หลังจากกระเซทาง
ประมาณ 500 ฟุต หรือน้อยกว่า ซึ่งในทางปฏิบัติไม่สามารถวัดได้อย่างแน่นอนได้ ดังนั้น

เวลาในการไหลรวมจึงคิดจากการไหลร่อง - ๑ หรือการไหลในระบบการระบายน้ำตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาเวลาในการไหลรวมนั้น มีลักษณะแบบตัวเลขใกล้เคียงกันมาก ผิดกันแค่ตัวสูตรนั้น จะใช้ระบบอังกฤษหรือระบบเมตริกในการวัดระยะทาง แต่ในการหาเวลาในการไหลรวมใช้ระบบเมตริกเป็นส่วนใหญ่ จึงใช้สูตร $T_c = 0.195 K^{0.77}$ ในการวิจัยครั้งนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. แหล่งข้อมูล
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การจัดกระทำข้อมูล
4. สถิติที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล

แหล่งข้อมูล

1. สถิติปริมาณน้ำฝนจาก กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
2. แผนที่และภาพถ่ายทางอากาศจาก กรมแผนที่ทหาร กระทรวงกลาโหม
3. เอกสาร งานวิจัย ตำรา และข่าวสารต่าง ๆ
4. ลักษณะดินในพื้นที่โดยการเจาะสำรวจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. รวบรวมข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรายวันในรอบ 21 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2509 ถึง พ.ศ. 2530 จากสถานีลำพาลี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี จากกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
2. จำแนกพื้นที่เพื่อหาสิ่งปกคลุมผิวดิน จากภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1 : 15,000 กรมแผนที่ทหาร ข้อมูลป่าไม้จากกรมป่าไม้และสำรวจจากพื้นที่จริง โดยแบ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร

3. ใช้ส่วนเจาะส้อมตัวอย่างดินลึกประมาณ 0.50 เมตร เพื่อเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์คุณสมบัติดิน อัตราการเจาะนั้น เจาะ 1 หลุมต่อ 4 ตารางกิโลเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สร้างแผนที่บริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อแสดงระบบการระบายน้ำตามธรรมชาติ (Drainage System) บริเวณพื้นที่ศึกษา
2. นำข้อมูลสถิติประมาณน้ำฝนรายวันที่ตกในช่วง 5, 10, 15, 30, 60, 120 และ 360 นาที ในรอบ 21 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2509 - พ.ศ. 2530 จากสถานี K.17 ลำพาลี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี มาเรียงลำดับ
3. นำผลที่ได้จากข้อ 2 มาวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนตามช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยวิธี

3.1 The Extreme Type T (Gumbel) Distribution โดยใช้สูตร

$$Tr = \frac{n + 1}{m}$$

เมื่อ n คือจำนวนค่าของเหตุการณ์
 m คือลำดับของค่าเหตุการณ์จากมากไปหาน้อย
 Tr คือปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ
 และสมการความถี่

$$\frac{x}{Tr} = \bar{x} + ks_x$$

เมื่อ $\frac{x}{Tr}$ คือค่าของเหตุการณ์ที่มีความมากกว่าหรือเท่ากับค่าที่กำหนดซึ่งเกิดขึ้นโดยเฉลี่ย 1 ครั้ง ในคาบเวลาของปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ Tr ปี
 $\bar{x}$ คือค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของกลุ่มตัวอย่าง

k คือค่า Frequency Factor
 s_x คือค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานปริมาณน้ำฝนของกลุ่มตัวอย่าง
 k สามารถหาได้จากตารางที่

3.2 The two Parameter Log - Normal Distribution โดยใช้สูตร

$$\log x_T = M + K_T S$$

เมื่อ x คือปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละปี
 n คือจำนวนปีของข้อมูล
 x_T คือค่าของปริมาณน้ำฝนที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่กำหนดซึ่งเกิดขึ้น
 1 ครั้ง ในช่วงปีที่ปรากฏปริมาณน้ำฝนซ้ำ T

โดยที่ $M = \frac{\log x}{n}$

K_T คือค่า Frequency Factor จากตาราง โดยใช้ค่า
 K ที่มี Skew Coefficient = 0
 S คือค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $\log x$

3.3 The Log Pearson Type III Distribution ใช้สูตรเช่นเดียวกับ

กับสูตรที่ใช้ใน The two parameter log - normal Distribution แต่ค่า Skew Coefficient จะมีค่าไม่เท่ากับ 0 ในการศึกษารุ่นนี้ใช้ค่า 1.5 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากตารางที่
 การศึกษารุ่นนี้ได้นำวิธีวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี มาวิเคราะห์แล้วนำผลมา
 เปรียบเทียบและเทียบค่าใช้จ่ายในการสร้างสาธารณูปโภค โดยที่หน่วยที่รับผิดชอบในการดูแลให้มี
 เวลาในการจัดงบประมาณในการซ่อมแซมก่อนที่สาธารณูปโภคนั้นจะเสียหาย และหน่วยที่รับผิดชอบ
 ในการดูแลไม่ยุ่งยากจนเกินไป

4. คำนวณหาพื้นที่และจำแนกพื้นที่และจำแนกพื้นที่ย่อยไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร เพื่อให้
 การหาตัวแปรในพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่แต่ละพื้นที่ โดยที่หน่วยงานต่าง ๆ ใช้แผนที่ 1 : 50,000
 ประกอบด้วยเส้นกริดแนวนอนและแนวตั้งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใ้บริเวณพื้นที่ใหญ่สุดประมาณ

16 ตารางกิโลเมตร ในแต่ละพื้นที่ย่อยจะมีเส้นกริดแนวนอน 4 เส้น และเส้นกริดแนวตั้ง 4 เส้น แบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนเรียกว่าจตุรางคคต (Quadrant) โดยในแต่ละจตุรางคคต จะมีเส้นกริดแนวตั้ง 2 เส้น และเส้นกริดแนวนอน 2 เส้น บริเวณทศกัตรกลางของพื้นที่ขนาด 16 ตารางกิโลเมตร เส้นกริดแบ่งครึ่งด้านแนวนอนและเส้นกริดแบ่งครึ่งแนวตั้งที่ตัดกันตรงกึ่งกลางของพื้นที่และอ่านเส้นกริดแนวตั้ง โดยถือหลักว่าอ่านจากซ้ายไปขวาแล้วไล่ขึ้นบน (Read Right Up)

5. จำแนกลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดินแต่ละพื้นที่ย่อย ด้วยภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากกรมป่าไม้และสำรวจจากภูมิประเทศจริง จำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินและค่าของสิ่งปกคลุมผิวดิน

ตาราง 8 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักที่ใช้ในการศึกษา

สิ่งปกคลุมผิวดิน	ค่า
แอสฟัลต์	0.95
คอนกรีต	0.90
กรวดหรือแมคคาดีม	0.70
ดินเหนียว	0.65
ดินเหนียวปกคลุมด้วยหญ้า	0.55
ดินร่วนปกคลุมด้วยหญ้า	0.40
ป่า	0.30
ป่าโปร่ง	0.20
ป่าดิบ	0.10

จากตาราง 8 ความแตกต่างระหว่าง ป่า, ป่าโปร่ง และป่าดิบ กำหนดความแตกต่างด้วยร้อยละของพื้นที่คลุมผิวดิน สามารถแยกออกได้ดังนี้

พื้นดินปลูกคลุมด้วยหญ้ามีพืชคลุมดินอยู่ระหว่างรอยละ 5 - 15

พื้นดินเป็นป่ามีพืชปลูกคลุมดินอยู่ระหว่างรอยละ 16 - 25

พื้นดินเป็นป่าโปร่งมีพืชปลูกคลุมอยู่ระหว่างรอยละ 26 - 75

ป่าดิบเป็นป่าที่มีพืชปลูกคลุมอยู่มากกว่ารอยละ 75

6. นำดินที่เจาะแต่ละพื้นที่ขอยืมมาวิเคราะห์ตะกั่วแบบไม่ลงน้ำ

6.1 ชั่งน้ำหนักดินของตัวอย่างดินหลุมละ 5,000 กรัม

6.2 ทำดินแต่ละหลุมให้ร่วนแล้วใช้ดินเพียง 500 กรัม เข้าเตาอบเพื่ออบดินให้แห้ง

24 ชั่วโมง โดยใช้เวลารอน 59 องศาซีเซียส

6.3 นำดินที่อบแล้วร่อนด้วยตะแกรงมาตรฐาน เพื่อหาน้ำหนักที่ผ่านและค้างตะแกรงจากเครื่องร่อนด้วยตะแกรง แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์ม

6.4 นำค่าจากข้อ 5 และค่าจาก 6 มารวมกันเป็นค่าสัมประสิทธิ์อินทรีย์น้ำหาแต่ละ

พื้นที่

7. จากแผนที่ดิน กรมที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้จำแนกการระบายน้ำของดิน ดังต่อไปนี้

ระดับดิน

สมรรถภาพของดิน

ลักษณะดิน

7.1 ได้กำหนดค่าของระดับดินได้จากตารางค่าระดับดินดังนี้

ตาราง 10 ค่าระดับดิน

ระดับดิน (เซนติเมตร)	ค่า
ต่ำมาก - 10	0.9
11 - 20	0.8
21 - 30	0.7
31 - 40	0.6
41 - 50	0.5
51 - 60	0.4
61 - 70	0.3
71 - 80	0.2
81 - 90	0.1
91 - ลงไป	0.09

ที่มา : รายงานการสำรวจดิน จังหวัดราชบุรี กองสำรวจดิน กรมที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2525 : 16 - 57)

7.2 ตารางสมรรถภาพของดิน

ตาราง 11 ค่าสมรรถภาพของดิน

สมรรถภาพของดิน	ค่า
เลว	.2
ปานกลาง	.3
ดี	.6
ดีมาก	.8

ที่มา : รายงานการสำรวจดินจังหวัดราชบุรี กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์ (2525 : 16 - 57)

7.3 ลักษณะดิน

ตาราง 12 ค่าลักษณะดิน

ลักษณะดิน	ค่า
ดินทราย, กรวด	.1
ดินทรายปนดินร่วน	.2
ดินทรายปนดินเหนียว	.3
ดินร่วนปนดินทราย	.4
ดินร่วนปนดินทรายแป้ง	.5
ดินร่วนปนดินเหนียว	.6
ดินเหนียว	.7
ดินเหนียวปนดินทรายแป้ง	.8

ที่มา : รายงานการสำรวจดินจังหวัดราชบุรี กองสำรวจดิน กรมคั้นนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2525 : 16 - 57)

7.4 นำค่าจาก ตาราง 10 ค่าระดับดิน, ตาราง 11 สัมรรถภาพดินและ ตาราง 12 ค่าลักษณะดิน มารวมกันเพื่อหาค่าการระบายน้ำของดินจากแผนที่ดิน ในพื้นที่ศึกษาที่มีดินแต่ละชุดดินที่แตกต่างกันดังนี้

ตาราง 13 ค่าการระบายน้ำของดินจากแผนที่ดินบริเวณ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

หมายเลขดิน	ชนิดดิน	ระดับ	สมรรถภาพของดิน	ลักษณะดิน	ค่าเฉลี่ย
10	ชนบุรี	.5	.2	.7	.47
26	กำแพงแสน	.3	.6	.4	.43
27	นครปฐม	.7	.2	.6	.5
34	ปากท่อ	.7	.2	.6	.5
36	เค็มบาง	.7	.2	.6	.5
42	สตึก	.4	.2	.4	.33
43	สตึกเล็ก	.2	.6	.4	.4
44	โคราข	.8	.6	.4	.6
45	ยางตลาด	.8	.6	.2	.53
46	ยางตลาด	.8	.3	.4	.5
49	สะเตา	.8	.3	.4	.5
53	โพธิ์สัย	.8	.3	.4	.5
55	แมร์ม	.7	.6	.4	.57
63	จันทัก	.8	.8	.1	.56
67	หาซาง	.8	.6	.4	.6
69	ลาดหญ้า, หาซาง	.8	.6	.4	.6
70	หมวกเหล็ก, ลี	.8	.6	.8	.73
75	หินทรายดินดานเชิงเขา	.9	.8	.1	.6
76	ลาดชันเชิงซ้อน	.9	.8	.1	.6
78	กลอนกรวด	.9	.8	.1	.6

7.5 นำค่าการระบายน้ำของดินที่ได้จากการวิเคราะห์ห้วยตะแกรงในข้อ
มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ กับค่าการระบายน้ำของดินจากแผนที่ดินในข้อ

8. คำนวณหาเวลาไหลรวมและปริมาณน้ำท่าในแต่ละพื้นที่

8.1 กำหนดเส้นทางการไหลหลักในแต่ละพื้นที่

8.2 วัดระยะทางเส้นทางการไหลหลัก ด้วยแผนที่และจากภูมิประเทศจริง

8.3 คำนวณลาดแต่ละพื้นที่ตามเส้นทางการไหล จากแผนที่และภูมิประเทศจริง

8.4 นำข้อมูลจากข้อ 8.1 - ข้อ 8.3 มาคำนวณหาเวลาไหลรวมจาก

$$\text{สูตร } T_c = 0.195 K^{0.77}$$

$$\text{เมื่อ } k = \frac{L}{S} \quad \text{และ}$$

$$S = \frac{H}{L}$$

T_c คือเวลาในการไหลรวมเป็นนาที

L คือความยาวสูงสุดของเส้นทางการไหลของน้ำ

H คือความแตกต่างระหว่างระดับสูงสุดกับระดับทางออก
ของเส้นทางการไหลของน้ำ

8.5 นำผลจากข้อ 8.4 และข้อ 3.3 มารวมกันเป็นความเข้มของฝนและ
รอบปีของปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝน

9. นำผลในข้อ 3.3 ข้อ 6.4 และข้อ 8.5 มาหาสมการการระบายน้ำในแต่ละ
พื้นที่ย่อย จากสูตร $Q = 0.278 CIA$

10. คำนวณหาปริมาณน้ำท่าในแต่ละพื้นที่ย่อย ด้วยสมการการระบายน้ำจาก
ห้วยตัวแปรที่หาได้ในแบบเดิม

11. นำผลที่ได้ในข้อ 9 และข้อ 10 มาเปรียบเทียบในพื้นที่ที่กักเก็บน้ำ

สถิติที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล

คำนวณหาความเข้มของฝนในช่วงเวลาและรอบปี ของปรากฏการณ์น้ำฝนซ้ำ

1. ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ ความช่วงเวลาต่าง ๆ

ด้วยวิธี

The Extreme Type I (Gumbel) Distribution

The two Parameter Log - Normal Distribution

The Log - Pearson Type III Distribution

2. เวลาในการไหลรวมจากสูตร

$$T_c = 0.195 k^{0.77}$$

$$\text{เมื่อ } k = \frac{L}{s}$$

$$s = \frac{H}{L}$$

3. สมการในการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าในพื้นที่จาก

$$\text{สูตร } Q = 0.278 CIA$$

เมื่อ Q ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

C ค่าสัมประสิทธิ์ของการเกิดน้ำท่า

I ค่าเฉลี่ยของความเข้มฝนในช่วงเวลาและรอบปี ของปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ

A พื้นที่รับน้ำฝนเป็นตารางกิโลเมตร

4. เปรียบเทียบค่าการระบายน้ำของดินจากแผนที่ดินกับการวิเคราะห์ด้วยตะแกรง โดยการหาความสัมพันธ์ด้วย Pearson Product Moment Correlation ด้วยสูตร

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

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าแบ่งเป็น 6 ตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำสูงสุด ตามช่วงเวลาต่าง ๆ
2. วิเคราะห์พื้นที่และจำแนกพื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่
3. วิเคราะห์ลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดินแต่ละพื้นที่ย่อย
4. วิเคราะห์ดินแต่ละพื้นที่ย่อย
5. วิเคราะห์เวลาไหลรวมแต่ละพื้นที่ย่อย
6. วิเคราะห์หาปริมาณน้ำท่าในแต่ละพื้นที่

วิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำสูงสุดตามช่วงเวลาต่าง ๆ

ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ หมายถึงโอกาสที่ปริมาณของฝนที่ตกช่วงเวลาหนึ่งปรากฏในปัจจุบันหรือที่อาจจะกลับมาปรากฏซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญมากในการศึกษาเรื่องฝน เพื่อนำไปออกแบบงานด้านวิศวกรรมที่คำนึงถึงความปลอดภัย และโอกาสที่จะเกิดความเสียหาย ถ้ามีฝนตกหนักเท่าที่คาดคะเนไว้ หรือมีฝนตกมากกว่าที่คาดคะเนไว้ จึงจำเป็นต้องศึกษาค่าความถี่ที่อัตราฝนตกหรือค่าฝนตกในรอบปี ที่ระดับอัตราฝนตกสูงสุดระดับหนึ่ง เพื่อจะนำไปช่วยในการเลือกการรอบปีของอัตราสูงสุด สำหรับปริมาณฝนตกที่ต้องการตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา

การวิเคราะห์ความถี่ของความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำที่จะกลับมาปรากฏซ้ำอีกครั้งในรอบปีต่าง ๆ สามารถจะกระทำได้หลายวิธี แต่วิธีการวิเคราะห์พื้นที่นิยมคือ

The Extreme Type I (Gumbel) Distribution

The two Parameter log - Normal Distribution

The log Pearson Type III Distribution

ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำวิธีวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธีมาวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บได้ในพื้นที่เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบแก้ไข และเลือกการรอบปีของอัตราสูงสุดสำหรับปริมาณฝนตกที่ต้องการ

สำหรับข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ศึกษาได้ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนจากกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน ณ สถานี K.17 ลำพาลี ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี พ.ศ. 2509 - พ.ศ. 2530 รวม 21 ปี มีข้อมูลทั้งหมด 673 รายการ โดยสามารถแบ่งเป็นช่วงเวลาฝนตก 5, 10, 15, 30, 60, 120 และ 360 นาที และสามารถจำแนกจำนวนครั้งที่ฝนตกแต่ละช่วงเวลาได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 14 จำนวนครั้งที่ฝนตกในแต่ละช่วง

ช่วงเวลา (นาที)	จำนวนครั้ง
5	56
10	68
15	75
30	97
60	125
120	120
360	132

ที่มา : ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจาก กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2509 - 2530

การกำหนดช่วงเวลาที่ฝนตกของกรมอุตุฯ ในการพยากรณ์จะกำหนดช่วงเวลาฝนตกต่อชั่วโมงเป็นหลัก การกำหนดช่วงเวลาฝนตกที่ใช้ในกิจการทหารเกี่ยวกับงานวิศวกรรมจะกำหนดช่วงเวลาฝนตกต่างกันใช้ช่วงเวลาฝนตกต่อชั่วโมงเป็นหลักทั้งสิ้น

ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับหน่วยงานในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ช่วงเวลาฝนตกต่อชั่วโมง หรือ 60 นาที เช่นกัน ดังนั้นการศึกษานี้จะเน้นค่าฝนในช่วง 60 นาที หรือ 1 ชั่วโมง

การคำนวณความถี่ของความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์น้ำฝนซึ่งจะกลับมาปรากฏอีกครั้งหนึ่งในรอบปีต่าง ๆ ด้วยวิธี The Extreme Type I (Gumbel) Distribution ได้ผลดังนี้

ตาราง 15 ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยวิธี The Extreme Type I (Gumbel) Distribution

ช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)/ช่วงเวลา (นาที)						
	5 นาที	10 นาที	15 นาที	30 นาที	60 นาที	120 นาที	360 นาที
2	9.5102	12.3859	14.1549	17.7957	26.3987	28.3033	23.2074
5	10.8977	16.3676	24.9403	25.3320	39.3062	49.2043	50.8531
10	11.8152	19.0037	32.0807	30.3215	47.8503	63.0397	69.1531
25	12.9753	22.3344	41.1030	36.6260	58.6476	80.5237	92.2790
50	13.8359	24.8055	47.7967	41.3034	66.6586	93.4959	109.4373
100	14.6903	27.2582	54.4405	45.9455	74.6092	106.3702	126.4661

การคำนวณความถี่ของความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำที่จะกลับมา
ปรากฏซ้ำอีกครั้งหนึ่งในรอบปีต่าง ๆ ด้วยวิธี The two Parameter log - Normal Distribution
ให้ผลดังนี้

ตาราง 16 ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยวิธี The two Parameter
log - Normal Distribution

ช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)/ช่วงเวลา (นาที)						
	5 นาที	10 นาที	15 นาที	30 นาที	60 นาที	120 นาที	360 นาที
2	9.5029	12.4523	14.2152	17.4764	25.0007	25.5633	14.0971
5	12.0621	16.0528	20.3876	25.0163	39.8137	45.2905	46.6276
10	13.6629	18.3312	24.6153	30.1733	50.7729	61.0670	87.1210
25	15.6038	21.1169	30.0912	36.8458	65.7949	83.9773	169.6273
50	17.0020	23.1379	34.2608	41.9221	77.7879	103.1684	260.8836
100	18.3635	25.1163	38.4937	47.0720	90.4049	124.1043	383.9466
200	19.7108	27.0836	42.8439	52.3616	103.7987	147.0743	547.6723
1000	22.7996	31.6257	53.3941	65.1782	137.8961	208.5291	1136.7338

และการคำนวณด้วยวิธี The log Pearson Type III Distribution ในผลดังนี้

ตาราง 17 ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยวิธี The log Pearson Type III Distribution

ช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)/ช่วงเวลา (นาที)						
	5 นาที	10 นาที	15 นาที	30 นาที	60 นาที	120 นาที	360 นาที
2	8.8784	11.5827	12.8267	15.7780	21.8954	21.7178	10.0242
5	11.5539	15.3335	19.1026	23.4478	36.6050	40.8476	37.5715
10	13.8617	18.6154	25.1589	30.60	52.2242	63.2196	93.6677
25	17.4508	23.7890	35.6377	43.5976	81.8450	109.8213	297.3109
50	20.6655	28.4828	46.0205	56.2222	113.8340	164.7410	694.3202
100	24.4032	34.0001	59.1743	72.1943	157.4534	245.4521	1598.5962
200	28.7599	40.5005	75.8601	92.4278	216.9462	363.9709	3644.1713
1000	41.7972	60.3087	133.5160	162.1820	449.9373	892.2091	23770.5258

จากผลการคำนวณความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำทั้ง 3 วิธี ให้ผลแตกต่างกันทั้ง 3 วิธีนี้ให้ผลมากกว่าวิธีเดิมที่ใช้ในกิจการในปัจจุบันที่ใช้จากแผนที่น้ำฝนเหาะจากแผนที่ 1 ที่มื่ออยู่ใน FM. 5 - 335) Drainage โดยพิจารณาจากเส้นน้ำฝนเท่าที่ลากผ่านพื้นที่ทำการศึกษา ซึ่งเส้นน้ำฝนเท่านี้คิดจากปรากฏการณ์น้ำฝนซ้ำ 2 ปี ได้เส้น 2 นิ้ว/ชั่วโมง หรือประมาณ 50.7692 มิลลิเมตร/ชั่วโมง เมื่อเทียบกับตาราง 15, 16 และตาราง 17 ในช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ 2 ปี ซึ่งมีค่าแตกต่างกันมาก คือในตาราง 15 ในช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ 2 ปี และช่วงเวลา 60 นาที ได้ปริมาณน้ำฝน 26.3033 มิลลิเมตร ในตาราง 16 ในช่วงปีที่ปรากฏซ้ำและช่วงเวลาเดียวกันจะได้ปริมาณน้ำฝน 25.007 มิลลิเมตร และในตาราง 17 ได้ปริมาณน้ำฝน 21.8954 มิลลิเมตร ซึ่งทั้ง

3 ตารางมีค่าน้อยกว่าเส้นน้ำฝนเทาที่ลากผ่านพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 2 ที่กล่าวว่า ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำที่ใดจากข้อมูลในพื้นที่ศึกษาจะมีค่าแตกต่างจาก ปริมาณฝนซ้ำจากเส้นน้ำฝนเทาที่ลากผ่านพื้นที่ศึกษาไปเท่ากัน ซึ่งข้อมูลที่ใดจากพื้นที่ใดปริมาณน้ำฝน แตกต่างจากปริมาณน้ำฝนที่ใดจากเส้นน้ำฝนเทาที่ลากผ่านพื้นที่ศึกษาในช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ 2 ปี และ ช่วงเวลา 60 นาที เท่ากัน

โดยที่ปริมาณน้ำฝนที่ใดจากข้อมูลในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 วิธี จะมีค่าน้อยกว่าเส้นน้ำฝนเทาที่ ลากผ่านพื้นที่ แต่เมื่อเทียบกับปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ ในช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ 10 ปี และใน ช่วงเวลา 60 นาที ความที่การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดในการศึกษา วิธีที่ 1 คือ The extreme Type I (Gumble) Distribution จากตาราง 15 ไคปริมาณน้ำฝน 47.8503 มิลลิเมตร วิธีที่ 2 (The two Parameter log - Normal Distribution) ไคปริมาณน้ำฝน 50.7729 มิลลิเมตร และวิธีที่ 3 The log Pearson Type type III Distribution 52.2242 ซึ่งจะเห็นว่ามีเพียงวิธีที่ 1 เท่านั้นที่ค่าปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าเส้นน้ำฝนเทาที่ลากผ่าน พื้นที่ วิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ไคปริมาณน้ำฝนมากกว่าเส้นน้ำฝนเทา

สำหรับอัตราเพิ่มของปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลา 60 นาที ความช่วงปีที่ปรากฏซ้ำที่เพิ่มขึ้นจาก 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี วิธีที่ 1 มีอัตราการเพิ่มน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีที่ 2 และ วิธีที่ 3 และอัตราเพิ่มมากที่สุดคือวิธีที่ 3 โดยเฉพาะอัตราเพิ่มที่เพิ่มจาก 10 ปี ถึง 1000 ปี วิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุดโดยเฉพาะวิธีที่ 3 ในช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ 100 ปี ในช่วงเวลา 60 นาที จะไคปริมาณน้ำฝนถึง 157.4534 มิลลิเมตร และวิธีที่ 1 ไคเพียง 74.6092 มิลลิเมตร และ วิธีที่ 2 ไค 77.78.79 มิลลิเมตร และในช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ 10 ปี ในช่วงเวลา 60 นาที วิธีที่ 1 ไค 47.8503 มิลลิเมตร วิธีที่ 2 ไค 50.7729 มิลลิเมตร และวิธีที่ 3 ไค 52.2242 มิลลิเมตร

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนจากปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำในช่วง 10 ปี และใน ช่วงเวลา 60 นาที วิธีที่ 2 คือวิธีวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณ น้ำฝนซ้ำด้วยวิธี The two Parameter log - Normal Distribution ซึ่งไคปริมาณน้ำฝนอยู่ใน ระดับปานกลาง เพราะถ้าปริมาณน้ำฝนมากเกินไปจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสร้างสาธารณูปโภค มากขึ้น และถ้าปริมาณน้ำฝนน้อยเกินไปจะเกิดความเสียหายต่อสาธารณูปโภค และจะต้องจัดงบประมาณ ในการซ่อมบำรุงสูง

คั้งนการศึกษาคั้งนี้จ้งเสนอให้ใช้วิธีที่ 2 ช่วงเวลา 60 นาที และช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ
10 ปี สำหรับกิจการทหารในเวลาปกติ

วิเคราะห์พื้นที่และจำแนกพื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่

การพิจารณาขนาดของพื้นที่การระบายน้ำคือ การวิเคราะห์แบบของการไหลของน้ำท่า
ในพื้นที่ใดหัว ไปแล้ว การวิเคราะห์พื้นที่แท้จริงซึ่งรับการไหลของน้ำท่า ไปยังทางออกของการระบายน้ำ
ในพื้นที่จะปรากฏให้เห็นและสามารถเขียนรูปร่างของพื้นที่การระบายน้ำได้กรรมวิธีในการเขียน
เส้นแบ่งพื้นที่ลงในแผนที่ เราเรียกว่า "การจำแนกพื้นที่" (Delineation)

เส้นแบ่งพื้นที่จะถูกลากไปตามแนวสันเขาและจุดที่สูงบนพื้นที่เป็นรูปร่างของพื้นที่การระบายน้ำ
ที่ที่สุดจะไกลจากแผนที่ซึ่งมีมาตราส่วน 1 : 25,000 หรือใหญ่กว่า หรือภาพถ่ายทางอากาศ ณ ความสูง
2,000 ฟุต ซึ่งมีการแสดงรายละเอียดของพื้นที่และเส้นชั้นความสูงไว้ (FM. 5 - 335
Drainage. 1955 : 40)

สำหรับการศึกษาคั้งนี้ได้ใช้แผนที่ 1 : 50,000 ซึ่งแสดงรายละเอียดของพื้นที่และเส้นชั้น
ความสูงที่มีระยะความสูงต่าง 20 เมตร และมีเส้นชั้นความสูงแรก 10 เมตร สามารถจำแนก
พื้นที่และพิจารณาเส้นทางไหลของน้ำท่าในพื้นที่ได้อย่างเพียงพอ

ขนาดของพื้นที่ที่มีผลกระทบตอปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกจากพื้นที่ 2 ประการคือ ประการแรก
ขนาดของพื้นที่ใหญ่จะมีระยะเวลาของการไหลยาวและปริมาณน้ำที่ไหลตอขนาดพื้นที่นั้น ๆ เท่ากัน
ตลอดเวลา ประการต่อมาความหนาแน่นสูงสุดของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นที่กับความหนาแน่น
สูงเกินการเกิดพายุที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จะทำให้ปริมาณการไหลของน้ำไม่คงที่ ใน
การศึกษาคั้งนี้สิ่งสำคัญที่สุดคือการใช้แผนที่ทางทหาร 1 : 50,000 และภาพถ่ายทางอากาศ
1 : 15,000 ระวังอำเภอส่วนผ้งเป็นข้อมูลหลัก

การกำหนดหาพื้นที่และรูปร่างของพื้นที่ใช้วิธี Dot Grid และวิธี Topographic Devide
ทำได้โดยแบ่งพื้นที่คั้งนี้ เริ่มจากพื้นที่บริเวณมุมล่างด้านซ้ายของแผนที่ กับเส้นกริดแนวตั้งที่ละ 4 เส้น
หรือ 4 กิโลเมตร ไปจนสุดมุมขวาของแผนที่ โดยที่มุมขวาของแผนที่จะได้เส้นกริดแนวตั้ง

ประมาณ 3 เส้น รวมแล้วโดยการแบ่งเส้นกริดแนวตั้งลักษณะนี้จะได้ 7 ส่วน แต่ละเส้นที่แบ่งได้นี้ จะถูกลากขึ้นไปตามเส้นกริดแนวตั้งถึงขอบด้านบนของแผนที่ ต่อมาแบ่งจากมุมซ้ายด้านล่างของแผนที่ และนับเส้นกริดแนวอนคาซ้ายมือทีละ 4 เส้น หรือ 4 กิโลเมตร ไปจนถึงมุมบนซ้ายของแผนที่จะได้เส้นกริดแนวอน 7 ส่วน แต่ละเส้นที่แบ่งนี้จะถูกลากไปทางขวาตามเส้นกริดแนวอนจนสุดขอบแผนที่ด้านขวาของแผนที่ สรุปแล้ว แผนที่หนึ่งระวางจะได้พื้นที่ 49 ตารางขนาดใหญ่สุดประมาณ 16 ตารางกิโลเมตร และเล็กสุดประมาณ 11.5 ตารางกิโลเมตร ต่อมาแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีเส้นกริดแนวตั้ง 4 เส้น และเส้นกริดแนวอน 4 เส้น จะถูกแบ่งครึ่งทั้งด้านตั้งและด้านนอนควยเส้นกริดเส้นที่ 2 ทั้งเส้นกริดแนวตั้งและแนวอนทำให้ได้พื้นที่ย่อย 4 ส่วน หรือ 4 ตาราง ขนาดประมาณ 4 ตารางกิโลเมตร โดยแบ่งตามจตุรางคคิล (Quadrant) โดยให้จตุรางคคิลที่ 4 และการเรียกชื่อหลักจตุรางขนาดใหญ เรียกตามเส้นกริดแนวอน และเส้นกริดแนวตั้งของเส้นแบ่งครึ่งพื้นที่ทั้งแนวตั้งและแนวอนโดยเริ่มอ่านจากซ้ายไปขวาก่อน แล้วจึงอ่านเส้นกริดล่างขึ้นบน (Read Right up) ซึ่งหลักของแต่ละพื้นที่จะอ่านได้ตัวเลข 4 ตัว คือซ้ายไปขวา 2 ตัว และล่างขึ้นบนอีก 2 ตัว จากการแบ่งพื้นที่ดังกล่าวสามารถจำแนกพื้นที่ได้ดังนี้

พื้นที่เนินเขาและภูเขา (Hills and Mountains) เนินเขาเป็นลักษณะภูมิประเทศที่มีอัตราลาดชันมากไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์และมีระดับสูงขึ้นจากบริเวณรอบ ๆ ประมาณตั้งแต่ 150 - 600 เมตร ส่วนภูเขาเป็นลักษณะภูมิประเทศที่มีอัตราลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับสูงขึ้นจากบริเวณรอบ ๆ ตั้งแต่ 600 เมตรขึ้นไป (พัฒนาที่ดิน. 2525 : 21)

บริเวณตอนกลางคอนไปทางทิศตะวันตกของพื้นที่หัวจ้ง ตามแนวเหนือใต้จะพบเขาหินปูน หินดินดาน หินไนส์ หินทรายเป็นส่วนใหญ่ และอาจจะพบหินแกรนิตปะปนอยู่บางส่วนบริเวณที่เป็นภูเขานี้ มีทิวเขาสลับซับซ้อนคลุมพื้นที่ทางทิศตะวันตกของพื้นที่หัวจ้งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทิวเขาตะนาวศรี และเส้นแบ่งเขตแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศสหภาพมา ภูเขาส่วนใหญ่ในบริเวณนี้เป็นหินแกรนิต พบหินดินดานปะปนอยู่เล็กน้อย

พื้นที่ที่เหลือนอกจากการกักร่อนและที่ลาดเชิงเขา เกิดจากการสลายตัวของหินที่อยู่ก้นหรือเคลื่อนที่ลงต่ำ ตามแรงดึงดูดของโลกเป็นระยะทางไมไกลนัก หลังจากนั้นได้ถูกน้ำกักร่อนมาเป็นเวลานาน จนกระทั่งเหลือให้เห็นสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดหรือลอนชัน วัสดุที่เหลือ

ค้ำจากการสลายตัวของหินที่ขนาดแตกต่างกันมาก และมีผลให้น้ำดินและปฏิกิริยาของดินแตกต่างกันไป บริเวณพื้นที่ที่เหลือน้ำจากการกักก่อก่อน ในบริเวณที่มีหินแกรนิตทางทิศตะวันตกของพื้นที่วิจัยจะมีผลให้ดินเหนียว มีน้ำดินเป็นทรายจืดและปฏิกิริยาเป็นกรด ส่วนบริเวณที่เกิดจากหินดินดานปนหินปูน ดินจะมีเนื้อละเอียดมีน้ำดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียวกระจายอยู่ในบริเวณพื้นที่จากขอบทางทิศตะวันตกเข้ามาสู่ตรงกลางของพื้นที่

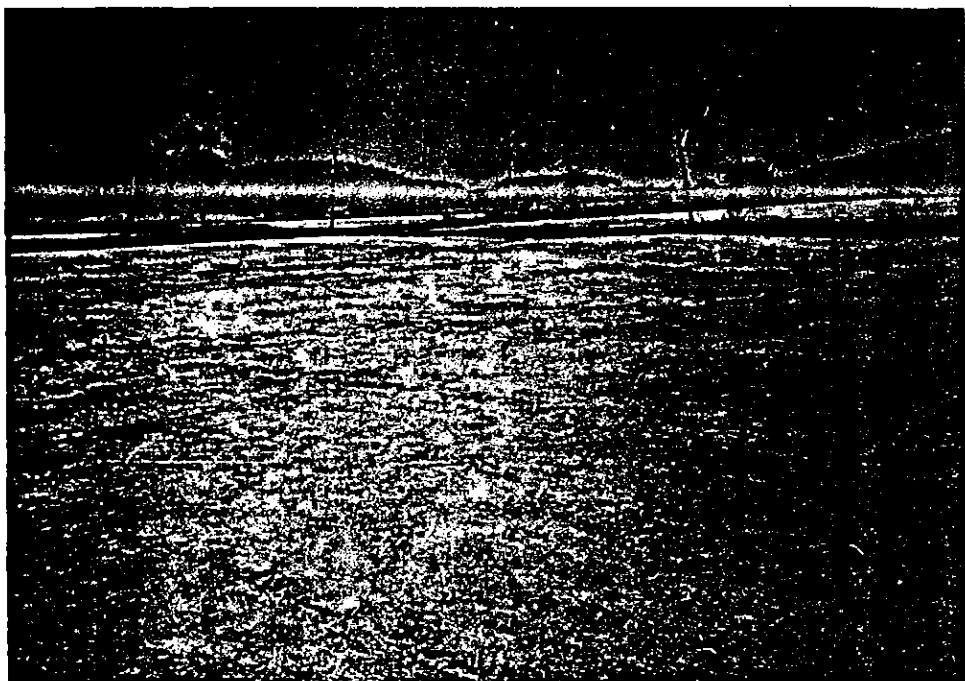
พื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด เกิดจากการกักก่อก่อนและทับถมของตะกอนจากลำน้ำเก่าที่มีขนาดค่อนข้างยาว มีน้ำดินเป็นดินร่วนปนทรายจนถึงดินเหนียวปนทราย บริเวณนี้อยู่แถบตอนกลางของพื้นที่วิจัยค่อนข้างทางทิศตะวันออกเป็นพื้นที่สำหรับการเพาะปลูกส่วนใหญ่เป็นพืชที่ไม่ต้องการน้ำมาก ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด

จะเห็นว่าพื้นที่ที่ศึกษามีลักษณะแตกต่างกันหลากหลายส่วนขนาดและรูปร่างเพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้จะได้นำไปใช้กับกิจการทหารซึ่งต้องอาศัยเส้นกริดเป็นหลักดังนั้นในการแบ่งพื้นที่ในการระบายน้ำจึงต้องแบ่งเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพื่อให้สอดคล้องกับกิจการทหาร

วิเคราะห์ลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดินและพื้นที่ย่อย

พื้นที่สำหรับการระบายน้ำในแต่ละพื้นที่จะมีสิ่งปกคลุมผิวแตกต่างกันไป พื้นที่ที่มีการถูกขี้นลงไปดินมาก การระบายน้ำผานดินก็มัน้อย นอกจากนั้นน้ำที่ไหลขี้นลงไปดินยังขึ้นอยู่กัพื้นที่คลุมผิวดิน ในกรณีที่พื้นปกคลุมด้วยพืช การถูกขี้นจะเพิ่มมากขึ้น พืชไม่เพียงแต่ปกคลุมผิวดินจากแรงกระแทกของฝนตกเท่านั้น แต่ชั้นที่รากพืชอยู่ในดินซึ่งมีตัวแมลงชูดไชอยู่เสมอก็จะทำให้เกิดการถูกขี้นลงไปดินมาก การระบายน้ำผานดินก็จะน้อยตามไปด้วย ถ้าสิ่งปกคลุมผิวดินไม่สามารถให้น้ำขี้นผานไปไคเลย จะทำให้การระบายน้ำมีปริมาณมากที่สุด เช่นพื้นผิวที่ปกคลุมด้วยคอนกรีตหรือแอสฟัลต์ เป็นต้น ในพื้นที่ทำการศึกษพื้นที่ปกคลุมด้วยสิ่งเหล่านี้มัน้อยมาก ส่วนใหญ่จะเป็นลานตากหรือฝั่งผลิตผลทางด้านการเกษตรกรรม เช่น ลานตากมัน เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากพื้นที่อยู่อาศัยขยายตัวเพิ่มมากขึ้น บุกรุกเข้าไปในพื้นที่อื่น ๆ มาก โดยเฉพาะส่วนที่ตากอากาศ พื้นที่อยู่อาศัยเหล่านี้หลังตากผลและลานคอนกรีตมากขึ้นจะมีต่อการระบายน้ำใน

พื้นที่มากขึ้น นอกจากนั้นยังมีผลต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป โดยทำให้เส้นทางการไหลของน้ำ
เปลี่ยนแปลงไป และทางน้ำเหล่านั้นก็เน่าเสียดินเขินเสียการ สมดุลทางธรรมชาติ



ภาพประกอบ 2 ลานตากมัน คอนกรีต

พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นเนินเขา, ภูเขา รวมทั้งพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดอันเกิดจากการ
ทับถมของตะกอนจากลำน้ำเก่า สามารถแยกสิ่งปกคลุมผิวดินตามตาราง 8 สิ่งปกคลุมผิวดินได้ดังนี้

ป่าทึบ (Dense Forest)

จากข้อมูลแผนที่ลำดับชุด L.7017 มาตรฐาน 1 : 50,000 ระวาง 4936
บ้านสวนผึ้ง โดยที่ข้อมูลของแผนที่ระวางนี้รวบรวมจากข้อมูล พ.ศ. 2512 ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวนี้

เป็นพื้นที่ศึกษาได้กำหนดเป็นป่าดิบคือพื้นที่ที่มีเงาไม้ที่ต่ำกว่าร้อยละ 75 เมื่อสำรวจโดยแผนที่จะมี ป่าดิบประมาณ 80 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 11 ของพื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ทางภาคใต้ตะวันตกเฉียงเหนือ และบริเวณตรงกลางของพื้นที่ บริเวณดังกล่าวนี้มีลักษณะเป็นเนินเขาและภูเขา ใน ปัจจุบันเมื่อมีการสำรวจจริง พื้นที่ป่าดิบเหล่านี้ได้เปลี่ยนเป็นพื้นที่ทำกิน พื้นที่อยู่อาศัยจะเหลือเป็น พื้นที่ป่าดิบไม่ถึงร้อยละ 5 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ป่าดิบที่เลื่อนทางราชการสงวนไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร พื้นที่ป่าสงวนหรือวนอุทยาน มีเจ้าหน้าที่ดูแล ดึงกระแสน้ำตามพื้นที่ที่เหลือเหล่านี้ ส่วนมากถูกประชาชนเข้าบุกรุกเข้าไปทำกินอยู่เสมอ ทำให้พื้นที่ป่าดิบเปลี่ยนแปลงไปและมีผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่นี้ ๆ

จากแผนที่ 3 อำเภอส่วนตั้งแสดงเขตป่าสงวนและป่าอนุรักษ์จะเห็นว่าพื้นที่มากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ทางภาคใต้ของพื้นที่เป็นป่าสงวน ปัจจุบันไม่เหลือป่าอยู่เลย เปลี่ยนเป็นพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่ทำกินทั้งสิ้น และมีเอกสารสิทธิ์ที่ออกโดยทางราชการถูกต้อง เอกสารเหล่านี้ออกทับกับเขตอนุรักษ์บริเวณป่าดิบมีอยู่บางทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศเหนือของพื้นที่บางส่วนเท่านั้นยังไม่ถูกบุกรุก เพราะเป็นป่าสงวนเป็นพื้นที่ภูเขาสูงที่มีการดูแลโดยเจ้าหน้าที่เพื่อเป็นต้นน้ำลำธาร

ถ้าการระบายน้ำของป่าดิบเป็นป่าที่สามารถดูดซับน้ำส่วนที่ตกลงมายังพื้นดินสูงสุดในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดค่าการระบายน้ำค่าสุดคือ 0.1 สำหรับพื้นที่ที่เปลี่ยนไป เป็นพื้นที่เกษตรกรรม การระบายน้ำจะไม่เปลี่ยนไปมากแต่ได้เปลี่ยนเป็นพื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่หลังคาและลานคอนกรีต หรือ ลานแอสฟัลต์จะทำให้ค่าการระบายน้ำเปลี่ยนแปลงไปมาก

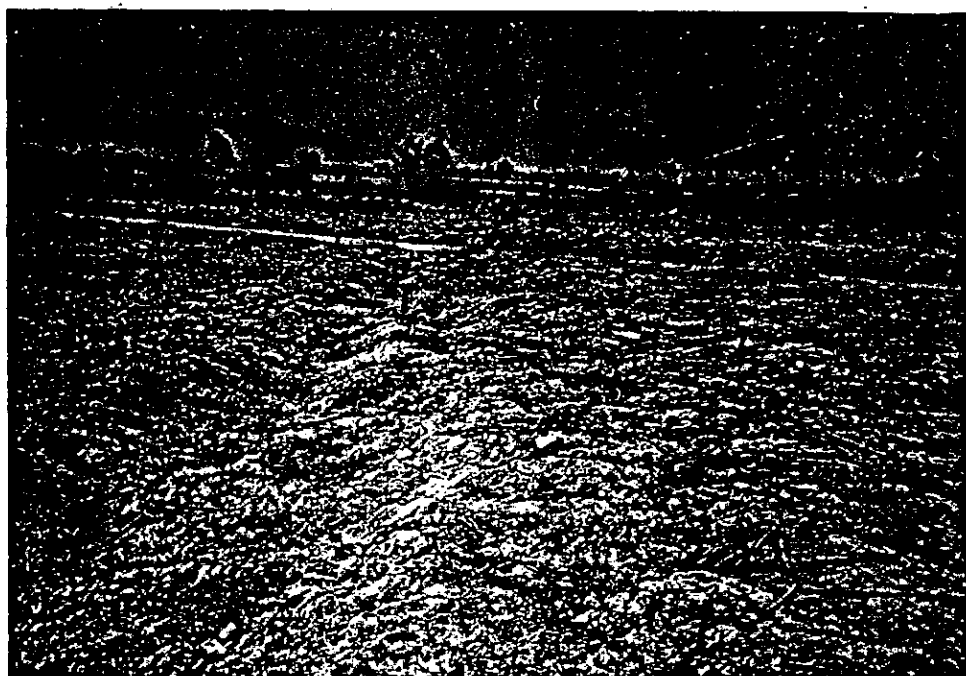
ดังนั้นในการศึกษาสิ่งปกคลุมผิวที่พื้นที่เป็นป่าข้อมูลกันต้องทันสมัย เพราะข้อมูลสิ่งปกคลุมดินเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ค่าการระบายน้ำไม่ถูกต้องจึงจำเป็นต้องศึกษาด้วยการสำรวจในพื้นที่จริง หรืออาศัยข้อมูลที่ทำให้ทันสมัย ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียมที่สามารถบันทึกภาพได้ทุก 16 วัน ซึ่งจะให้ข้อมูลที่ทันสมัยอยู่เสมอ

ป่าโปร่ง, ป่าแคระและไร่ (Open Forest, Sereet and Plannation)

บริเวณป่าโปร่งและป่าแคระที่มีอยู่ในพื้นที่นี้ แปลสภาพมาจากป่าดิบเป็นผลมาจากการบุกรุกทำลายป่าของประชาชน โดยที่ประชาชนต้องการเนื้อไม้ ส่วนไม้ที่ไม่ไผ่ขนาดจะถูกนำมาเผาถ่าน

ทำให้พื้นที่ป่าที่กลายเป็นป่าโปร่งและป่าแคระเพิ่มขึ้นเรื่อยมาที่กลายเป็นพื้นที่โล่งเตียน พื้นที่เหล่านี้ถ้าอยู่ใกล้แหล่งน้ำก็ปลูกพืชที่ไม่ต้องการน้ำมาก เช่น มันสำปะหลัง สับปะรด เป็นต้น ส่วนบริเวณที่ไกลแหล่งน้ำก็สามารถปลูกพืชที่ต้องการน้ำได้เช่น อ้อย ถั่ว เป็นต้น สำหรับชาวจะปลูกได้ในพื้นที่ค่อนข้างราบไม่เป็นลอนลาดแต่ปลูกได้น้อยมากเพราะชาวเป็นพืชที่ต้องการน้ำฝน ตอนปีก่อนข้างสูงแต่บริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่นี้ทางภาคตะวันตกของประเทศไทย รัตนา รุจิรกุล กล่าวว่า บริเวณภาคตะวันตกของประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่ถึง 1,000 มิลลิเมตร ต่อปี (รัตนา รุจิรกุล. 2523 : 96) และมีช่วงแล้งน้ำฝนมากทำให้บริเวณปลูกข้าวกลายเป็นทุ่งร้างให้เห็นอยู่ทั่วไป

บริเวณที่ปลูกพืชในบริเวณพื้นที่ศึกษาปัจจุบันลักษณะดินเป็นดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ เช่น ภาพประกอบ 3 แสดงไร่มันในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ บริเวณอำเภอสามฝั่ง จังหวัดราชบุรี



ภาพประกอบ 3 บริเวณไร่มันในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ อำเภอสามฝั่ง จังหวัดราชบุรี

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นว่าโรมันไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควรเพราะดินขาดความสมบูรณ์ เพราะปลูกรั้วน้ำปะหลังคึกคอกกันหลายปีโดยไม่ไต่บำรุงดิน ทำให้มันสำปะหลังไม่สามารถถูกขับน้ำได้ดี น้ำท่าไหลเบาหนาขึ้นสูง และทำให้ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าสิ่งปกคลุมผิวดินที่เป็นปัจจัยหนึ่งของสมการการระบายน้ำมีค่ามากขึ้น พื้นที่ป่าโปร่ง ป่าแคระ บริเวณพื้นที่ศึกษา ถ้าพิจารณาในแผนที่ 1 : 80,000 ระหว่างบ้านสวนผึ้ง และหาลาจากตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าจากสิ่งปกคลุมผิวดินซึ่งเป็นวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่กำหนดใน FM. 5 - 335 จะได้ค่า 0.1 และพื้นที่ป่าโปร่ง ป่าแคระบริเวณเดียวกันนี้ถูกเสาดางเป็นพื้นที่ทำกิน เช่น ไร่ข้าวโพด ไร่ มันสำปะหลัง สับปะรด และข้าว โดยเกิดจากมีพืชปกคลุมดินอยู่ระหว่างรอยละ 26 - 75 เป็นป่าโปร่ง จากตาราง 8 มีค่า 0.2 และถ้าพืชปกคลุมอยู่ระหว่างรอยละ 16 - 25 เป็นป่าแคระ มีค่า 0.3 ซึ่งค่าทั้งสองนี้มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการหาด้วยวิธีใน FM. 5 - 335 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 4 ที่ว่า ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ได้จากการสำรวจในสนามน่าจะมีค่ามากกว่าค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าสำเร็จรูปที่ใช้ในคู่มือการระบายน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

พืชที่ปกคลุมด้วยหญ้า

บริเวณทางทิศตะวันตกของจังหวัดราชบุรี เป็นที่สูงและเป็นเทือกเขาสูง ประกอบด้วยหิน 2 จำพวก พวกหนึ่งเป็นหินแปร และหินตะกอน ซึ่งเกิดในยุคคาร์บอนิเฟอรัส ดีโวเนียน (Carboniferous, Devonian) หินเหล่านี้จัดอยู่ในชุด หินตะนาวศรี (Tanaosi Group) ซึ่งอยู่ในหมวดแก่งกระจาน (Kang Kracy Formation) ประกอบด้วยหินดินดาน, หินทราย, หินควอตซ์, หินสเลท, หินแกรนิต, หินเกวค และหินปูน พวกที่สองเป็นหินอัคนีซึ่งเกิดในยุคครีเทเชียส (Cretaceous) ประกอบด้วยหินแกรนิตและหินแกรนโนไดออไรท์ (พัฒนาที่หิน. 2525 : 15) เมื่อหิน 2 จำพวกเกิดการสลายตัวอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ลงสู่ที่ต่ำตามแรงดึงดูดของโลกเป็นระยะทางไม่ไกลนักหลังจากนั้นถูกน้ำกัดกร่อนเป็นเวลานาน จนกระทั่งเหลือให้เห็นสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดหรือลอนชันในบริเวณที่เป็นแกรนิตจะทำให้ได้ดินเนื้อหยาบ มีเนื้อดินเป็นดินทราย จัก ส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลางของพื้นที่ตอนไปทางทิศตะวันตกขนานไปตามเทือกเขาตะนาวศรี ส่วนบริเวณที่เกิดจากหินดินดาน ปะปนหินปูน ดินจะมีเนื้อละเอียดมีเนื้อดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียวส่วนใหญ่จะอยู่ทางด้านใต้และทางทิศตะวันออกของพื้นที่

พื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำเป็นพื้นที่ที่ถูกจัดเป็นพื้นที่รกร้าง ถูกฉาดฉางเพื่อนำดินมาใช้ประโยชน์ไปแล้ว ไม่ได้มีการปลูกพืชทดแทน รวมทั้งพื้นที่เดิมเป็นพื้นที่ทำไร่หรือทำนาแต่ปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอ ได้ถูกทิ้งร้างปล่อยให้หญ้าและป่าแคะเกิดขึ้น ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับเชิงเขาหรือพื้นที่ลอนลาดไกลจากแหล่งน้ำ ซึ่งไม่สามารถทำนา ทำไร่ได้จึงทำให้หญ้าขึ้นอยู่ทั่วไป สำหรับพื้นที่นี้ในความหมายของกิจการทหารที่ใช้อยู่เดิมตามแบบวิธีจาก FM.5 - 335 โดยพิจารณาจากแผนที่ 1 : 80,000 ระวางอำเภอสวนผึ้ง ลำดับชุด L 7027) ถือว่าเป็นป่าและป่าดิบซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่คิดจากสิ่งปกคลุมผิวดินอยู่ระหว่าง 0.01 - 0.10 แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีจากการสำรวจจากพื้นที่จริงในปี พ.ศ. 2533 ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่คิดจากสิ่งปกคลุมผิวดินเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในระหว่าง 0.3 - 0.65 ซึ่งมีค่ามากกว่าจากวิธีที่คิดไว้เดิม

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าพื้นที่ที่เป็นป่าดิบ ป่าโปร่ง ป่าแคะและพื้นที่ปกคลุมด้วยหญ้าที่เป็นค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่คิดจากสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ใช้ในกิจการทหารในปัจจุบันจากและค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่คิดจากสิ่งปกคลุมผิวดินที่สำรวจในสนาม มีค่าแตกต่างกันโดยค่าที่ใช้ในกิจการทหารในปัจจุบันจาก FM.5 - 335 มีค่าน้อยกว่าทุกค่าของค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่คิดจากสิ่งปกคลุมผิวดินที่สำรวจในสนามซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 4 ที่ว่า ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่คิดจากสิ่งปกคลุมผิวดินโดยการสำรวจในสนาม มีค่ามากกว่าค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าสำเร็จรูปที่ใช้ในคู่มือการระบายน้ำ FM.5 - 335)

วิเคราะห์ดินแต่ละพื้นที่ย่อย

ดินเป็นวัตถุธรรมชาติที่เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ธาตุซึ่งเป็นส่วนประกอบของเปลือกโลกภายใต้ปัจจัยสำคัญคือ ภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ สิ่งมีชีวิตในดิน และระยะเวลาในการกำเนิดดิน ในการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ดินในแต่ละพื้นที่ย่อย 2 วิธี

1. การวิเคราะห์ดินในพื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่จากแผนที่ดิน จังหวัดราชบุรี มาตราส่วน 1 : 100,000 No 49 Sheet 1/3 Detailed Reconnaissance (กรมพัฒนาที่ดิน. 2528 : 1) โดยให้จำแนกดินแต่ละชุดในเรื่องการระบายน้ำของดิน 3 หัวข้อ คือ ระดับดิน

สมรรถภาพของดิน และลักษณะดิน ซึ่งให้ผลในตาราง 20 ค่าของดินจากแผนที่ดิน โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยการระบายน้ำของดินจากแผนที่ดินที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่พิกัด .3718 โคโลราเฉลี่ย 0.78 และค่าเฉลี่ยการระบายน้ำค่าสูงสุดอยู่ที่พิกัด 5314 โคโลราเฉลี่ย 0.33

ค่าการระบายน้ำจะมีค่าสูงตามขอบทางทิศตะวันออกและตะวันตกของพื้นที่ซึ่งยังเป็นหินแข็ง แต่ค่าการระบายน้ำของดินบริเวณตอนกลางของพื้นที่ มีค่าต่ำกว่าเพราะเป็นดินที่เกิดจากการสุมทิ้งหลาย และการพืชมามากของแม่น้ำสายเก่าและยังเป็นพื้นที่ต่ำ

2. ค่าของดินจากการวิเคราะห์ห้วยตะแกรง และกำหนดค่าตาราง 9 และโคโลราเฉลี่ยในตาราง 21 จะให้ผลเฉลี่ยดังนี้ โคโลราสูงสุดที่พิกัด 2994 โคโลราการระบายน้ำเฉลี่ย 0.73 และโคโลราต่ำสุดที่พิกัด 8906 โคโลราการระบายน้ำเฉลี่ย 0.38

ค่าการระบายน้ำจะมีค่าสูงตามหินแข็งที่อยู่ตามขอบของพื้นที่ ส่วนบริเวณที่มีการตกตะกอนหรือจากหินฐานที่สุมทิ้งจะ โคโลราการระบายน้ำต่ำ

3. เมื่อเทียบค่าการระบายน้ำของดินจากตาราง 21 ค่าของดินจากการวิเคราะห์ห้วยตะแกรง กับตาราง 20 ค่าของดินจากแผนที่ดินพิกัดที่พิกัด พบว่า ค่าของดินที่วิเคราะห์ห้วยตะแกรงมีค่าต่ำกว่าค่าของดินที่วิเคราะห์ห้วยแผนที่อยู่ 14 พิกัดจาก 49 พิกัด ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานทางการศึกษาข้อ 3 ที่ว่า ค่าการระบายน้ำของลักษณะดินที่ได้จากการเฉลี่ยข้อมูลลักษณะดินจากการสำรวจในสนามแล้ววิเคราะห์ห้วยตะแกรง มีค่ามากกว่าข้อมูลลักษณะดินจากแผนที่ดิน

4. ค่าการระบายน้ำของดินจากตาราง 20 และค่าของดินจากการวิเคราะห์ห้วยตะแกรงจากตาราง 21 มาหาค่าสหสัมพันธ์ด้วยวิธี Pearson Product Moment Correlation ทำให้ได้ผลในตาราง 22 แสดงคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดินจากแผนที่ดินกับค่าของดินจากการวิเคราะห์ห้วยตะแกรงได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $V = 0.68519$ แสดงว่าค่าของดินจากแผนที่ดินมีความสัมพันธ์กันชนาปกติปานกลางในทิศทางเดียวกันกับค่าของดินจากการวิเคราะห์ห้วยตะแกรง

ผลของสหสัมพันธ์นี้แสดงว่าค่าของดินที่ได้จากการวิเคราะห์ห้วยตะแกรงกับค่าของดินจากแผนที่ดินสามารถใช้แทนกันได้ สำหรับงานไม่ต้องการความละเอียดมากนัก แต่งานทางด้านวิศวกรรมส่วนใหญ่ต้องการผลที่ละเอียดและความปลอดภัยสูง ค่าของดินจากแผนที่ดินได้มาจากการ

สูตรตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์หาแผนที่ดินเป็นการสูตรอย่างค่อนข้างหยาบ ค่าของพื้นที่ที่จะ ค่อนข้างหยาบกว่าจากการสำรวจในพื้นที่จริง

ดังนั้นค่าของพื้นที่ได้จากแผนที่ดินแต่ละชุดสามารถนำไปใช้เพื่อวางแผนได้ แต่ในงานนี้ ต้องการความละเอียดทางถึงสูงต้องทำการวิเคราะห์หาคะแวงและสูตรตัวอย่างใหม่ตัวอย่างดิน ใหม่มากขึ้น

วิเคราะห์เวลาในการไหลรวมแต่ละพื้นที่

ช่วงเวลาในการไหลรวม (Time of Concentration) ประกอบด้วยเวลาการไหล ของน้ำบนพื้นดินรวมกับเวลาในการไหลในระบบการระบายน้ำซึ่งหาได้หลายวิธีแต่ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้สูตร $T_c = 0.195 K^{0.77}$ จาก Drainage Principle and Application IV Design and Mangement of Drainage System 1974:93) ช่วงเวลาในการไหลจะประกอบด้วยการ ไหลเป็นแผ่น (Sheet Overland Flow) และการไหลเป็นร่อง (Gully) หรือจากการมีปัจจัยที่ สำคัญที่สุดคือ ความแตกต่างของระดับสูงสุดและระดับตรงทางออกของน้ำจากพื้นที่ที่สามารถอ่านค่าเป็น เส้นชั้นความสูงและความยาวสูงสุดของเส้นทางการไหล

จากตาราง 23 ความชันในช่วงเวลาและรอบปีปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ 10 ปี จะเห็นว่าพื้นที่ที่มีระดับความแตกต่างระหว่างระดับสูงสุดกับระดับทางออกสูงที่สุดคือสูงถึง 44.4 เมตร ระยะทางในการไหล 5,200 เมตร จะใช้เวลาในการไหล 367.644 นาที และมีความชัน 311.022 มิลลิเมตร และพื้นที่ที่มีระดับความแตกต่างระหว่างระดับสูงสุดกับทางออกน้อยที่สุด คือสูง 10 เมตร ช่วงเวลาในการไหลรวม 1427.5 นาที มีระยะทางในการไหลยาว 4,700 เมตร และมีความชัน 1207.972 มิลลิเมตร แต่พื้นที่ 4,194 ระยะทางในการไหลรวม 2,200 เมตร ความสูงต่าง 10 เมตร ช่วงเวลาในการไหลรวม 614.055 นาที จะมีความชัน 519.623 มิลลิเมตร จะเห็นว่าระยะทางในการไหลยิ่งยาวจะใช้เวลาในการไหลรวม มากก็จะได้ความชันสูงมากกว่าพื้นที่ที่มีความแตกต่างระหว่างระดับสูงสุดกับทางออกของน้ำจากพื้นที่สูง ระยะทางในการไหลสั้นจะได้เวลาในการไหลรวมน้อยและทำให้ค่าความชันต่ำ และพื้นที่ ซึ่งมี ความแตกต่างกันมากทางด้านความสูงจะใช้เวลาในการไหลรวมน้อย

เวลาในการไหลรวมเมื่อรวมกับปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนเข้าในพื้นที่คือความเข้มของฝนในพื้นที่จะเป็นปัจจัยที่สำคัญของสมการการระบายน้ำที่ใช้ในกิจการทหารในปัจจุบันและใช้ในการศึกษาครั้งนี้ สำหรับปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนเข้าที่ใช้ในกิจการทหารโดยอาศัยวิธีใน FM. 5 - 335 กำหนดจากเส้นชั้นน้ำฝนเท่าที่พาดผ่านพื้นที่ที่ต้องการระบายน้ำจากแผนที่ที่ 1 สำหรับการศึกษานี้ เส้นน้ำฝนเท่าที่พาดผ่านพื้นที่ทำการศึกษาคือเส้น 2 นิ้ว/ชั่วโมง ถือเป็นค่าคงตัวและปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนเข้าที่ใช้ในการศึกษานี้ได้จากวิธีแจกแจงความถี่ตัววิธี The two Parameter log - Normal Distribution ในคาบเวลาปรากฏซ้ำ 10 ปี ช่วงเวลา 60 นาที ไหลปริมาณน้ำฝน 50.7729 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และได้อาคความเข้มฝนจากตาราง ในการศึกษานี้ ถือว่าความเข้มฝนในพื้นที่เป็นปัจจัยที่สำคัญของสมการการระบายน้ำ เพราะค่าความเข้มฝนเปลี่ยนแปลงไปจะมีผลต่อค่าการระบายน้ำของสมการการระบายน้ำมาก

วิเคราะห์เปรียบเทียบตัวแปรที่ได้โดยสำรวจหรือวิเคราะห์จากสนาม เพื่อนำมากำหนดสมการการออกแบบระบายน้ำ เพื่อกิจการทหารในยามปกติกับตัวแปรเดียวกันที่ใช้ในการออกแบบการระบายน้ำที่ใช้อู่เคิม

สำหรับสมการการออกแบบการระบายน้ำที่ใช้ในกิจการทหารที่ใช้อู่เคิมและสมการการระบายน้ำที่ศึกษาครั้งนี้เป็นสมการเดียวกัน คือ $Q = CIA$

Q คือปริมาณน้ำในพื้นที่

C คือสัมประสิทธิ์น้ำท่า

I คือความเข้มฝน

A คือขนาดของพื้นที่

สำหรับขนาดของพื้นที่ (A) ซึ่งเป็นปัจจัยของสมการการระบายน้ำที่สำคัญตัวแปรหนึ่งซึ่งกำหนดขึ้นในแต่ละพื้นที่ในการศึกษานี้มีทั้งหมด 49 พื้นที่ หึ่งสองวิธีคือวิธีที่ใช้ในกิจการทหารที่ใช้อู่เคิมกับวิธีที่ศึกษาใช้พื้นที่เดียวกัน พื้นที่สองพื้นที่จึงเป็นตัวแปรที่เหมือนกันหึ่งสองวิธี

ค่าความเข้มฝน (I) ที่ใช้ในกิจการทหารที่ปัจจุบันประกอบด้วย เส้นน้ำฝนเท่าจากภาพที่ 1 และช่วงเวลาในการไหลรวมจากกราฟที่ 2 จะได้อาคความเข้มฝนในตาราง 23 ส่วนค่าความเข้มฝนที่ใช้ในการศึกษานี้ก็จากะลของการวิเคราะห์ความถี่ของความน่าจะเป็น

ของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนด้วยวิธี The tow Parameter log - Normal Distribution คาบเวลา 10 ปี และในช่วงเวลา 60 นาที ไทปริมาณน้ำฝน 50.7729 มิลลิเมตร รวมกับช่วงเวลาในการไหลเป็นความเข้มข้นในตาราง 23

ตัวแปรของค่าความเข้มข้นมีสองตัวแปรดังกล่าวแล้วจะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบตัวแปรแต่ละตัว ได้แก่ ค่าเส้นน้ำฝนเหาะจากแผนที่ 1 กับค่าปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จากผลของการวิเคราะห์ข้อที่ 1 วิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดตามช่วงเวลาทาง ๆ ค่าปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษาคงมีค่ามากกว่าค่าเส้นน้ำฝนเหาะจากแผนที่ 1

สำหรับช่วงเวลาในการไหลในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษาแบบเดิม คัดจากกราฟที่ 2 และให้ผลเป็นส่วนหนึ่งในตาราง 25 และช่วงเวลาในการไหลที่ใช้ในการศึกษาคงนี้ คัดจากสูตร Rational และให้ผลในตาราง 30 เมื่อเปรียบเทียบหาคัดต่อหาคัดจากทั้ง 2 วิธี จะเห็นว่าช่วงเวลาในการไหลที่ใช้ในการศึกษาคงนี้ใช้ระยะเวลานานกว่าที่คิดตามแบบเดิมทุกหาคัด และทุกพื้นที่ย่อย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าความเข้มข้นที่ได้จากการศึกษาคงนี้มีความมากกว่าค่าความเข้มข้นที่คิดแบบเดิมที่ใช้ในกิจการทหารซึ่งคิดด้วยวิธีใน FM. 5 - 335

สัมประสิทธิ์น้ำท่า (C) ที่ใช้ในการศึกษาคงนี้มีตัวแปรที่สำคัญ 2 ตัวแปร คือ ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า จากตาราง 8 รวมกับค่าการระบายน้ำของดินจากการวิเคราะห์หาคัดและค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ทางทหารคิดแบบเดิมคัดจากค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าในตาราง 4 เพียงตัวแปรเดียว เมื่อเปรียบเทียบกันหาคัดต่อหาคัด ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา ค่าการระบายน้ำสูงกว่าค่าการระบายน้ำของสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ทางทหารคิดแบบเดิมจากตาราง 28

ดังนั้นตัวแปรที่ใช้กับสมการการระบายน้ำทั้ง 3 ตัวแปร คือ ขนาดของพื้นที่ ค่าความเข้มข้น และค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า มีเพียงตัวแปรเดียวคือขนาดของพื้นที่เหมือนกันสำหรับตัวแปรอีก 2 ตัวแปร คือ ค่าความเข้มข้นและค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ในการศึกษาคงนี้ค่าการระบายน้ำสูงกว่าของทางทหารที่คิดแบบเดิม จาก FM.5 - 335 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานทางการศึกษาในข้อที่ 5 ที่ว่า ตัวแปรที่หาได้โดยการสำรวจหรือวิเคราะห์จากสนาม เพื่อนำมากำหนดสมการในการออกแบบการระบายน้ำ เพื่อกิจการทหารในยามปกติจะให้ความมอดทนต่อสาธารณูปโภคดีกว่าการออกแบบการ

ระบายน้ำที่ใช้อยู่เดิม เพราะเมื่อปริมาณการระบายน้ำของพื้นที่สูงกว่าแบบเดิม สาธารณูปโภค ต้องสร้างใหม่มีความทนกว่าแบบเดิม เช่น ถนนเข้าคลังแสงที่ 6 จังหวัดราชบุรี จากแผนที่ ที่ 2 การคำนวณผลการระบายน้ำแบบเดิมโคลาทำให้ ถนนเสียหายและต้องเสี่ยงประมาทในการ ซ่อมแซมและเปลี่ยนแปลงสู่การใช้การคำนวณแบบที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้แทนซึ่ง โคลาการระบายน้ำ สูง จำเป็นต้องเพิ่มระดับถนนให้สูงขึ้นและขยายช่องทางการระบายน้ำให้กว้างขึ้น ความเสียหาย ภาคว่าจะมีน้อยหรือไม่เลย แต่สิ่งที่เสียคือ งบประมาณที่เพิ่มขึ้นในการก่อสร้าง แต่ในระยะยาว งบประมาณในการซ่อมแซมก็จะน้อยลงและความเชื่อถือต่อทางทหารในการสร้างสาธารณูปโภค ก็ ต้องมีเพิ่มขึ้น

วิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในแต่ละพื้นที่

ในการศึกษาคั้งนี้ได้กำหนดการหาปริมาณน้ำท่าเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบได้ 2 วิธี ได้ ผลจากการวาง เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าของทั้งสองวิธีก็คคือ พิกัดจะเห็นว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากวิธีที่กำหนดใน FM. 5 - 335 มีปริมาณน้ำท่ามากกว่า ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากวิธีที่กำหนดในการศึกษาคั้งนี้ ค่อนข้างมากทุกพิกัด เพราะความแตกต่างของ การกำหนดและวิธีหาลังจยในสมการการหาปริมาณน้ำท่าแต่ละวิธี แต่อย่างไรก็ตามผู้ทำการศึกษา เห็นว่าวิธีหาปริมาณน้ำท่าที่กำหนดในการศึกษาคั้งนี้ เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการกำหนดตัวแปร ทางภูมิศาสตร์ที่ใช้กับสมการก่าออกแบบการระบายน้ำเพื่อนำไปใช้กับกิจการทหารในเวลาปกติคั้งนี้

สมการการออกแบบการระบายน้ำที่ใช้ในกิจการทหารในปัจจุบันใช้วิธีใน FM. 5 - 335 ซึ่งออกแบบให้น้ำมาใช้เพื่อพลาางหรือใช้เป็นการชั่วคราว โดยการกำหนดพัจจยให้ใช้อย่างสะดวก และรวดเร็วเป็นหลักเพื่อเอื้ออำนวยในการใช้แกกิจการทหารในพื้นที่ปฏิบัติการหรือเขตหน้า (Operation Theater) ปรากฏการณ์น้ำฝนซ้ำกัใช้เพียง 2 ปี และใช้ในรูปแบบเส้นน้ำฝนเท่าซึ่งเป็น ข้อมูลที่ไม่ละเอียดเพียงพอ เช่น ประเทศไทยใช้เส้นน้ำฝนเท่าเส้นเดียวกัน ทั้งที่ประเทศไทยมี ความแตกต่างของปริมาณน้ำฝน นอกจากนั้นความแตกต่างกับปัจจัยอื่น ๆ ในสมการที่กำหนดใน FM. 5 - 335 กำหนดในรูปแบบตารางสำเร็จรูปและแผนภาพที่ขาดความหลากหลาย โดยถือ

ภูมิประเทศในเขตอบอุ่นเป็นหลักซึ่งภูมิประเทศบางอย่างมีในเขตอบอุ่น แต่ไม่มีในประเทศไทย หรือภูมิประเทศที่มีในประเทศไทยไม่มีใน FM. 5 - 335 ดังนั้นวิธีที่กำหนดในการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้เกิดความต้อง ใช้ในประเทศไทยได้และสามารถใช้ในกิจการทหารในยามปกติได้ด้วย

วิธีที่กำหนดใน FM . 5 -335 กำหนดให้ใช้ในเขตกนาหรือใช้เพื่อกลางซึ่งเหมาะสม ในภาวะและสถานการณ์เช่นนั้น เพราะสาธารณูปโภคในเขตกนา ไม่ต้องการความคงทนมากนัก ในการยุทธวิธีวิธการก่อสร้างสาธารณูปโภคดังกล่าว เพื่อสนับสนุนการรุกและล่าถอยหรือ ค้างรับสาธารณูปโภคนั้นจะต้องทำลายได้ง่าย เพราะมีเช่นนั้นอาจเป็นประโยชน์ต่อฝ่ายตรงข้ามที่ รุกเข้ามาในพื้นที่นั้นแทน และสาธารณูปโภคนั้นเป็นหน้าที่ของทหารช่าง ที่ต้องกระทำในเขตกนา การรบ ปัจจุบันพื้นที่การรบของพลหรือหมดไป พื้นที่ส่วนหลังเพิ่มมากขึ้นเป็นพื้นที่ที่จะต้องพัฒนา ทหาร ช่างจึงมีภารกิจมากขึ้นตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยที่กล่าวว่าทหารจะต้องช่วยพัฒนาประเทศ ดังนั้นความรับผิดชอบในการพัฒนาประเทศในส่วนของการทหารเป็นภารกิจของทหารช่างที่ต้องมีการกิจ เพิ่มขึ้น

ปัจจุบันทหารช่างได้ขยายในทางพัฒนาเพิ่มมากขึ้น ทางด้านบุคลากรทหารช่างมีอยู่ทั้ง ส่วนกองบัญชาการสูงสุด กรมการทหารช่าง และโคเพิ่มมากขึ้นในการพัฒนาเพิ่มขึ้น ได้แก่ กองพลพัฒนา และพลพัฒนาตามกองทัพนาคต่าง ๆ ดังนั้นสาธารณูปโภคที่ทหารช่างจะสร้างขึ้นต้อง มีความคงทนมากขึ้น ให้สอดคล้องกับภาวะการปัจจุบันและสอดคล้องกับการใช้สาธารณูปโภคนั้น กล่าวคือ สาธารณูปโภคที่ทหารสร้างต้องการความคงทนมากขึ้น และสมควรออกแบบการระบายน้ำ จึงต้องออกแบบให้มีความคงทนมากกว่าเดิม สำหรับการศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาทั่วแพร่ทางภูมิศาสตร์ ที่ทำให้ปริมาณน้ำหาสูงกว่าปริมาณน้ำหาที่ได้จากการใช้วิธีใน FM . 5 - 335 เทียบกับพื้นที่ต่อพื้นที่ เมื่อปริมาณน้ำหาเพิ่มขึ้น จะต้องเพิ่มงบประมาณในการก่อสร้างแ่งงบประมาณที่เพิ่มขึ้นไม่มากนักเกินไป เช่น กรมทางหลวงกำหนดค่าปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการก่อสร้างอย่างต่ำ 10 ปี และสูงขึ้นตามความสำคัญของงานในกิจการทหารจะใช้เวลาสูงจะทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายหรือ งบประมาณสูงมาก ซึ่งอาจไม่พอเพียงอีกประการหนึ่ง สาธารณูปโภคที่ทางทหารสร้างขึ้นจะต้องให้ หน่วยงานอื่นดูแล หลังจากทางทหารสร้างเสร็จแล้ว ดังนั้นสาธารณูปโภคนี้จะต้องคงทนพอที่จะให้ ในการจัดงบประมาณได้ทันเวลา

สำหรับวิธีที่กำหนดตัวแปรทางภูมิศาสตร์ที่ใช้กับสมการการออกแบบการระบายน้ำ เพื่อนำไปใช้กับกิจการทหาร ในเวลาปกติเหมาะสมที่จะนำไปใช้แทนวิธีจาก FM . 5 - 335 ที่ใช้อยู่ปัจจุบัน

งบประมาณในการก่อสร้างสาธารณูปโภคขึ้นอยู่กับปัจจัย คือกำลังพล งบประมาณ การจัดการและวัสดุสำหรับกำลังพล และเครื่องมือทหารช่างที่มีพร้อมอยู่แล้ว การจัดการก่อสร้างก็ไต่พัฒนามากขึ้นในเหล่าทหารช่าง สิ่งที่เพิ่มก็มีเพียงงบประมาณและวัสดุเท่านั้น

ถึงแม้ปัจจุบันทหารช่างได้ขยายเหล่าเพิ่มมากขึ้นทั้งประเทศเพื่อพัฒนาการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น แต่การระบายน้ำยังคงใช้แบบเดิมซึ่งทำความเสียหายให้กับสาธารณูปโภคที่สร้างขึ้น ดังนั้นผู้ศึกษาเห็นว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการหาปัจจัยในสมการการระบายน้ำใหม่ เพื่อให้เกิดความคงทนต่อสาธารณูปโภค การศึกษาครั้งนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้สาธารณูปโภคมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มงบประมาณที่ต้องคำนวณเพิ่มขึ้น

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

บทย่อ

การศึกษานี้มีความมุ่งหมายเพื่อกำหนดตัวแปรของสมการการออกแบบการระบายน้ำทางกิจการทหาร ในเวลาปกติบริเวณพื้นที่ศึกษา ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ตั้งแต่ละติจูดที่ 13° 30' เหนือ ถึงละติจูดที่ 13° 45' เหนือ และตั้งแต่ลองจิจูดที่ 99° 15' ตะวันออก ถึง ลองจิจูดที่ 99° 30' ตะวันออก โดยสมการในการออกแบบการระบายน้ำมีตัวแปรที่สำคัญคือปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ ลักษณะดิน ลักษณะที่ปกคลุมดิน ความลาดเอียงของภูมิประเทศและขนาดของพื้นที่การระบายน้ำ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ได้กำหนดวิธีหาได้ดังนี้

ความลาดเอียงของภูมิประเทศวัดจากแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศและจากการสำรวจในภูมิประเทศ ดินโดยการตัดเจาะจากสนามแล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงเพื่อวิเคราะห์ค่าของดินซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละพิกัดและแต่ละพื้นที่ ลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดินจากภูมิประเทศจริงแต่ละพิกัดและแต่ละพื้นที่ ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำจากสถิติปริมาณน้ำฝนจากกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน ณ สถานี K.17 ลำพาลี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี นับแต่ปี พ.ศ. 2509 - 2530 รวม 21 ปี ข้อมูลเหล่านี้นำมาวิเคราะห์เกี่ยวกับ

ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำสูงสุดตามช่วงเวลาต่าง ๆ

พื้นที่และจำแนกพื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่

ลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดินแต่ละพื้นที่ย่อย

ดินแต่ละพื้นที่ย่อย

ปริมาณน้ำท่าในแต่ละพื้นที่ย่อย

สรุปผลการศึกษา

1. จากข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนจากกองอุทกวิทยา ณ สถานี K.17 ลำพาลี ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี นับแต่ปี 2509 - 2530 รวม 21 ปี มีข้อมูลทั้งสิ้น 673 รายการ ฝนที่ตกในช่วงเวลา 360 นาที มีจำนวนฝนตกมากที่สุดคือ 132 ครั้ง น้อยที่สุดคือ 5 นาที จำนวน 56 ครั้ง และ 60 นาที จำนวน 125 ครั้ง

กำหนดช่วงเวลาของแต่ละหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กิจการทหารโค กำหนดช่วงเวลาฝนตกต่อเนื่องชั่วโมงเป็นหลัก ดังนั้นช่วงเวลาฝนตกที่ใช้ในการศึกษาคครั้งนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับหน่วยงานอื่น ๆ จึงใช้ช่วงเวลาฝนตก 60 นาที หรือ 1 ชั่วโมง และคาบเวลาปรากฏฟ้าที่ใช้ในการศึกษาคครั้งนี้ ใช้คาบเวลาปรากฏฟ้า 10 ปี เมื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดในคาบเวลาปรากฏฟ้า 10 ปี ของวิธีวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนด้วยวิธี The Extreme Type I (Gumble) Distribution ได้ปริมาณน้ำฝน 47.8503 มม./ชม. วิธี The two Parameter log - Normal Distribution ได้ปริมาณน้ำฝน 50.7729 มม./ชม. และวิธี The log Pearson Type III Distribution ได้ปริมาณน้ำฝน 52.2242 มม./ชม.

ดังนั้นในการศึกษาคครั้งนี้ใช้ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดในคาบเวลาเวียนกลับ 10 ปี ของ The two Parameter log - Normal Distribution ได้ปริมาณน้ำฝน 50.7729 มม./ชม.

2. พื้นที่ทั้งหมดที่ทำการศึกษาประมาณ 749.285 ตารางกิโลเมตร ได้แบ่งเป็นพื้นที่ย่อยได้ 49 พื้นที่ย่อย และพื้นที่ย่อยที่มีพื้นที่สูงสุดประมาณ 16 ตารางกิโลเมตร และมีพื้นที่น้อยสุดประมาณ 11.5 ตารางกิโลเมตรในแต่ละพื้นที่ย่อยนั้นยังแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อยอีก 4 ส่วน แต่ละส่วนมีพื้นที่ประมาณ 1 ตารางกิโลเมตร

3. ลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดินในพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ภูมิประเทศจะมีสิ่งปกคลุมผิวดินเพียง 4 ลักษณะ คือ ป่าดิบ ป่าโปร่ง ป่าแคระ และพื้นที่ปกคลุมด้วยหญ้า พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นป่าดิบ และป่าโปร่ง แต่จากการสำรวจในพื้นที่ศึกษาจริงไปทำการศึกษา พบว่าสิ่งปกคลุมผิวดินแบ่งได้

เป็น 5 ลักษณะ คือ ป่าดิบ ป่าโปร่ง ป่าแคระ พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ปกคลุมด้วยหญ้า
พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ป่าแคระและพื้นที่ปกคลุมด้วยหญ้า

สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.1 พื้นที่เกษตรกรรมที่ปลูกพืชที่ต้องการน้ำน้อย ได้แก่ พืชที่ปลูกพืชจำพวก

มันสำปะหลัง และสับปะรด

3.2 พื้นที่เกษตรกรรมที่ปลูกพืชที่ต้องการน้ำมาก ได้แก่ ข้าวโพด ถั่ว และข้าว

เป็นต้น

แผนที่แบ่งสิ่งปกคลุมผิวดินนั้นคิดจากรอยละของเงาที่ปกคลุมผิวดิน โดยป่าดิบมีเงาไม้ทับ
ถวารอยละ 75 ของพื้นที่ทั้งหมด ป่าโปร่งมีเงาไม้ทับถวารอยละ 26 ถึง 75 ป่าแคระมีไม้ทับต่ำกว่า
รอยละ 26 ของพื้นที่ทั้งหมด ในส่วนของพื้นที่เกษตรกรรมคิดจากระยะห่างของพืชที่ปลูก ระยะเวลา
ในการปลูก และพื้นที่ถูกทิ้งไว้ว่างเปล่า ทำให้ได้พืชที่มีค่าสิ่งปกคลุมผิวดินเท่ากับป่าโปร่ง ได้แก่
ข้าวโพด สับปะรด และข้าวที่ปลูกโดยเฉพาะฤดูฝน

4. ดิน ในการศึกษาค้นคว้าได้แบ่งการศึกษาออกเป็นการศึกษาสองส่วนคือ

4.1 ศึกษาจากแผนที่ดินระหว่างจังหวัดราชบุรี มาตรฐาน 1 : 100,000

(Detail Reconnaissance Soil Map) ของกรมพัฒนาที่ดิน 7 อันกับ จำแนกเป็นชุดดิน
78 ชุด ดินแต่ละชุดมีความแตกต่างกันในเรื่องการระบายน้ำดังนี้ คือ

ระดับดิน, สมรรถภาพของดิน, ลักษณะดินและน้ำปัจจัยเหล่านี้มากำหนดเป็น
ค่าการระบายน้ำของดิน แล้ววิเคราะห์หาคะแวง จากดินในพิกัดเดียวกันกับดินในแผนที่ดิน
แล้วกำหนดค่าของดินตามน้ำหนักของดินที่ต่างระดับกันน้ำหนักมากที่สุด ถ้านั้นเป็นตัวแทนของดินใน
พิกัดดังกล่าว นำค่าที่ได้จากแผนที่ดิน และค่าของดินจากการวิเคราะห์หาคะแวงหาค่าความสัมพันธ์
ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.68519

5. ปริมาณน้ำท่าแต่ละพื้นที่ ได้กำหนดวิธีหาปริมาณน้ำท่าออกเป็น 2 วิธี เพื่อหาปริมาณ
น้ำท่าที่ทำได้แต่ละวิธีมาเปรียบเทียบ ซึ่งพบว่า ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณ
น้ำท่ามากกว่าวิธีคำนวณเดิมที่ใช้ในการทหารในปัจจุบันที่ใช้วิธีคำนวณจาก พท. 5 - 335

อภิปรายผลการวิเคราะห์

การอภิปรายผลการวิเคราะห์ จะอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้

1. ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์น้ำฝนเข้าสูงสุดตามช่วงเวลาต่าง ๆ
2. ลักษณะของพื้นที่แต่ละพื้นที่
3. ลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดิน
4. ลักษณะดิน
5. ปริมาณน้ำท่าแต่ละพื้นที่ย่อย

1. ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดตามช่วงเวลาต่าง ๆ สำหรับจุดประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อนำผลวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้ไปใช้กับสมการในการออกแบบการระบายน้ำ คิดเป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้ จึงใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี โดยอาศัยหลักความจริงที่ว่า ถ้าพื้นที่ทำการออกแบบสามารถทนทานต่อค่าสูงสุดในปีที่กำหนดแล้ว ในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีปัจจัยในการออกแบบเหมือนกับพื้นที่ทำการออกแบบแล้ว สาธารณูปโภคในพื้นที่นั้นก็สามารถทนต่อค่าปริมาณน้ำฝนในปีที่กำหนดด้วย

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดช่วงเวลาต่าง ๆ โดยการนำทฤษฎีการแจกแจงความถี่ทั้ง 3 วิธี มาวิเคราะห์ พบว่า

1.1 ปริมาณน้ำฝนเข้าในช่วงปีที่ปรากฏซ้ำ 2 ปี ช่วงเวลา 60 นาที วิธีที่ให้ปริมาณน้ำฝนต่ำสุดคือ วิธี The log Pearson Type III Distribution ได้แก่ 21.8954 มิลลิเมตร วิธีที่ให้ปริมาณน้ำฝนสูงสุดคือวิธี The Extreme Type I (Gumbel) Distribution ได้ 26.3987 มิลลิเมตร และทั้ง 3 วิธี ให้ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าเส้นน้ำฝนที่พาดผ่านพื้นที่ศึกษาคือ 2 นิ้ว/ชั่วโมง หรือเท่ากับ 50.7692 มิลลิเมตร ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนพื้นที่ศึกษามีปริมาณน้อย เนื่องจากพื้นที่ศึกษาอยู่ทางภาคตะวันตกของประเทศไทยจากสถิติปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า ประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปีละ 1,875 มิลลิเมตร โดยแยกเป็น รายภาคได้ดังนี้

ภาคเหนือ	ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยประจำปี	1,260	มิลลิเมตร
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยประจำปี	1,370	มิลลิเมตร
ภาคกลาง	ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยประจำปี	1,375	มิลลิเมตร
ภาคตะวันตก	ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยประจำปี	1,675	มิลลิเมตร
ภาคตะวันออก	ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยประจำปี	2,480	มิลลิเมตร
ภาคใต้	ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยประจำปี	2,860	มิลลิเมตร

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันตกมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยกว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งประเทศ โดยเฉพาะพื้นที่ศึกษาซึ่งอยู่ติดกับทิวเขาตะนาวศรีนับเป็นที่ฝนตกน้อยที่สุดในภาคตะวันตกจึงมีพื้นที่ขาดฝนอยู่มาก

ดังนั้นพื้นที่อื่น ๆ ทั่วประเทศไทยน่าจะมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าพื้นที่ศึกษา ดังนั้นเส้นน้ำฝนเท่าที่ขาดผ่านประเทศไทยที่ใช้เส้น 2 นิ้ว/ชั่วโมง ทั้งประเทศจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย เพราะพื้นที่ประเทศไทยมีความหลากหลายของปริมาณน้ำฝนไม่เหมือนกันทั้งประเทศ

1.2 ปริมาณน้ำฝนซ้ำในช่วง 10 ปี ช่วงเวลา 60 นาที วิธีที่หาปริมาณน้ำฝนมากที่สุดคือวิธี The Extreme Type I (Gumbel) Distribution ได้ปริมาณน้ำฝน 52.2242 มิลลิเมตร และหาปริมาณน้ำฝนค่าสุดคือวิธี The Extreme Type I (Gumbel) Distribution ได้ปริมาณน้ำฝน 47.8503 มิลลิเมตร ซึ่งน้อยกว่าเส้นน้ำฝน เท่าที่ขาดผ่านพื้นที่ศึกษา คือ 50.7692 มิลลิเมตร

วิธีที่เลือกใช้คือวิธี The two Parameter log - Normal Distribution ซึ่งหาปริมาณน้ำฝน 50.7729 มิลลิเมตร เหตุที่เลือกวิธีนี้เพราะถ้าปริมาณน้ำฝนมากเกินไปจะต้องใช้งบประมาณในการสร้างสาธารณูปโภคมากและถ้าปริมาณน้ำฝนน้อยเกินไป สาธารณูปโภคนั้นก็จะมีเร็วกว่ากำหนด สำหรับวิธีที่เลือกนี้หาปริมาณน้ำฝนในขนาดปานกลาง ทำให้สามารถจัดงบประมาณได้อย่างพอเพียงและเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป โดยเพิ่มงบประมาณขึ้นอีกไม่มากนัก พอที่จะจัดงบประมาณได้ และให้สาธารณูปโภคที่มีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างเพียงพอ

1.3 อัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำฝนจากช่วง 2 ปีถึง 100 ปี วิธี The Extreme Type I (Gumbel) Distribution มีอัตราการเพิ่มน้อยสุดโดยเพิ่มในช่วง 2 ปี เวลา 60 นาที ปริมาณน้ำฝน 26.3987 มิลลิเมตร และ 100 ปี ใ้ปริมาณน้ำฝน 74.6092 มิลลิเมตร วิธี The log Pearson Type III Distribution มีอัตราเพิ่มมากที่สุดโดยเพิ่มจากช่วง 2 ปี เวลา 60 นาที ใ้ปริมาณน้ำฝน 21.8954 มิลลิเมตร และ 100 ปี ใ้ปริมาณน้ำฝนถึง 157.4521 มิลลิเมตร สำหรับวิธีที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้อัตราเพิ่มควรจะอยู่ในระดับปานกลาง เพราะสาเหตุรูปโลกที่ต้องการเพิ่มในช่วง จาก 2 เป็น 10, 20, 50 ปี นั้น อัตราเพิ่มอยู่ในระดับปานกลางและคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงอัตราเพิ่มมากหรือน้อยเกินไป

ดังนั้น วิธี The two Parameter log - Normal Distribution ซึ่งมีอัตราเพิ่มคงที่และอัตราเพิ่มปานกลางจึงเหมาะสมที่จะใช้ในการศึกษาการแจกแจงความถี่ ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำในครั้งนี้

1.4 ผลวิเคราะห์หลักปริมาณน้ำฝนซ้ำตั้งแต่ 50 ปี ขึ้นไป ระดับความเชื่อถือว่าในความถูกต้องน้อยลง เพราะจำนวนค่าของข้อมูลที่น่าวิเคราะห์ประมาณ 2 ปี การคาดหมายปริมาณน้ำฝนซ้ำในคาบเวลาปรากฏซ้ำมากมีความถูกต้องน้อยลง

2. ลักษณะของพื้นที่แต่ละพื้นที่

การวิเคราะห์ลักษณะของพื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แยกการวิเคราะห์ออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ ขนาดและรูปร่างของพื้นที่ ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่และเวลาในการไหลรวมของแต่ละพื้นที่

2.1 ขนาดและรูปร่างของพื้นที่

ในการศึกษานี้ได้ใช้แผนที่ระวางอำเภอสวนผึ้ง ระวาง 4936 II มาตราส่วน 1 : 50,000 เป็นพื้นฐาน แผนที่พื้นฐานนี้แสดงรายละเอียดของพื้นที่และเส้นชั้นความสูงที่มีระยะความสูงต่าง 20 เมตร และมีชั้นแรก 10 เมตร ทำให้สามารถจำแนกพื้นที่รวมทั้งสามารถพิจารณาเส้นทางการไหลของน้ำหาในพื้นที่ได้อย่างเพียงพอ การศึกษานี้มีผลต่อการระบายน้ำที่ใช้ในกิจการทหารและใช้แผนที่มีสัณฐานทางทหารเป็นหลัก ดังนั้นรูปร่างของพื้นที่จึงเป็นสัณฐานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งสอดคล้องกับตารางกริด สำหรับขนาดของพื้นที่บนสาธารณูปโภคในกิจการทหารที่หาอยู่ในปัจจุบันมีขนาดไม่ใหญ่นักคือขนาดไม่เกิน 16 ตารางกิโลเมตรและขนาดเล็กสุดในการศึกษานี้มีขนาด

ขนาดไม่ใหญ่มาก คือขนาดไม่เกิน 16 ตารางกิโลเมตร และขนาดเล็กสุดในการศึกษาค้นคว้ามีขนาดประมาณ 11.5 ตารางกิโลเมตร

2.2 ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่

บริเวณพื้นที่ศึกษามีหินฐานอยู่ 2 จำพวก และ 2 บริเวณด้วยกัน บริเวณที่มีหินฐานสลายตัวจากหินแปรและหินตะกอนของหินชนวน หินทราย กรอซโซ่ และหินแกรนิต เนื้อหินหยาบมีเนื้อหินเป็นทรายจืด ส่วนใหญ่อยู่ทางทิศตะวันตกและบริเวณตรงกลางของพื้นที่ที่ศึกษานานไปตามขอบเทือกเขาตะนาวศรี ในอดีตบริเวณนี้เป็นป่าดิบ ปัจจุบันพื้นที่เหล่านี้จะจัดเป็นป่าสงวนแต่ก็ไม่มีลักษณะป่าอยู่เลยในปัจจุบันยกเว้นบริเวณภูเขาสูงบางลูก ส่วนพื้นที่ราบและพื้นที่ลอนลาดจะเป็นพื้นที่ที่ชาวบ้านเขาไปปลูกปลูกพืช เช่น มันสำปะหลัง อ้อย และพืชที่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน ส่วนบริเวณที่ไม่สามารถปลูกพืชได้เป็นที่รกร้างมีลักษณะเป็นป่าแคระ ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงไปนี้จากป่าดิบมาเป็นพื้นที่ไร่และป่าแคระ ทำให้เกิดการพังทลายของดินซึ่งมีอยู่ทั่ว ๆ ไป ซึ่งพื้นที่เหล่านี้มีผลต่อการระบายน้ำ

สำหรับบริเวณที่เกิดจากการสลายตัวและทับถมของหินดินดานและหินปูนเนื้อหินจะมีเนื้อละเอียดอีกส่วนใหญ่เป็นหินเหนียวและดินร่วนเหนียว ถ้าบริเวณนั้นมีปริมาณน้ำฝนเพียงพอก็สามารถปลูกพืชสวนหรือข้าวได้ ส่วนใหญ่จะอยู่ใกล้แหล่งน้ำตามธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันพื้นที่ที่ค่อนข้างน้ำฝนจะเป็นป่าหญ้า หรือทุ่งนาที่ถูกปล่อยทิ้งร้าง เพราะปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.3 ช่วงเวลาในการไหลรวมของแต่ละพื้นที่

ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องช่วงเวลาในการไหลรวม เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนก็คือความเข้มข้น ในพื้นที่แต่ละพื้นที่ จะมีขนาดและรูปร่างเท่ากัน หินฐานชุดเดียวกัน ปริมาณน้ำฝนบ้าง ทั้งช่วงปีและช่วงเวลาเท่ากันหมดทุกพื้นที่ และมีปัจจัยที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อเวลาของการไหลรวมของน้ำแต่ละพื้นที่ คือ ระดับความแตกต่างระหว่างระดับสูงสุดกับระดับทางออกของทางน้ำและระยะทางในการไหลของน้ำแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าระยะทางของเส้นทางในการไหลยาวจะใช้เวลาในการไหลรวมมากกว่าระยะทางของเส้นทางในการไหลสั้น พื้นที่ที่มีความแตกต่างทางระดับกันมากระหว่างจุดสูงสุดของเส้นทางน้ำไหลกับความสูงของทางออกของเส้นทาง

น้ำไหล จะใช้เวลาในการไหลรวมน้อย เมื่อระยะทางในการไหลยาวเท่ากัน และความสูงต่างกัน
น้อยจะใช้เวลาในการไหลรวมนานกว่า

3. ลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดิน

พื้นที่ที่มีการคูดั้มลงในดินมาก การระบายน้ำบ่าหน้าดินย่อมมีน้อยแต่ในทางกลับกัน
น้ำที่ซึมผ่านหน้าดินมีน้อย การระบายน้ำบ่าหน้าดินย่อมมีมาก การซึมผ่านหน้าดินและการระบายน้ำ
บ่าหน้าดินมีปัจจัยที่สำคัญคือ สิ่งปกคลุมผิวและลักษณะของดินซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้เป็น
สัมประสิทธิ์น้ำท่า

สิ่งปกคลุมผิวดินในการศึกษาครั้งนี้ได้แยกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินไว้หลายประเภท
สิ่งปกคลุมผิวดินที่ไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้เลย หรือยอมให้น้ำซึมผ่านได้น้อยจะทำให้ให้น้ำระบายบ่าหน้าดิน
สูง ไคแก่ สิ่งปกคลุมผิวดิน ประเภทคอนกรีตและแอสฟัลต์ซึ่งมีค่าการระบายน้ำถึง 0.95 และ
.90 เป็นต้น สำหรับในพื้นที่ศึกษาสิ่งปกคลุมผิวดินชนิดนี้มีน้อยมากที่พบประปรายจะอยู่บริเวณใกล้
ชุมชน ไคแก่ สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ลานตากหรือฝั่งผลิตผลเกษตรกรรม เนื่องจากสิ่งปกคลุมผิวดิน
ประเภทนี้มีบริเวณน้อยมากจึงไม่ไคกล่าวในการศึกษาครั้งนี้ สำหรับการจำแนกพื้นที่สิ่งปกคลุมผิวดิน
ในการอภิปรายผลครั้งนี้ สามารถจำแนกได้ดังนี้

3.1 ป่าดิบ

สิ่งปกคลุมผิวดินที่เป็นป่าดิบนั้น คือพื้นที่ที่มีเงาไม้ที่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของ
พื้นที่ทั้งหมด แผนที่ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือแผนที่ 1 : 50,000 ระบุว่าอำเภอสวนผึ้ง ซึ่ง
สำรวจในปี พ.ศ. 2512 ซึ่งเป็นแผนที่ทันสมัยที่สุดในพื้นที่ศึกษา ในแผนที่ระวางนี้เมื่อ
พิจารณาจากแผนที่ พบว่า มีพื้นที่ป่าดิบร้อยละ 11 ของพื้นที่ทั้งหมดจากการสำรวจในแผนที่จริง
ในปีที่ทำการศึกษาค้นพบว่าพื้นที่ป่าดิบอยู่เพียงร้อยละ 5 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่ที่เป็นป่าดิบ ปัจจุบัน
เป็นป่าสงวนหรือวนอุทยานที่มีเงาไม้ที่ดูเลอย่างจริงจัง เพราะเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารและภูเขาสูง

3.2 ป่าโปร่งและป่าแคระ

สิ่งปกคลุมผิวดินที่เป็นป่าโปร่งคือพื้นที่ที่มีสิ่งปกคลุมอยู่ระหว่างร้อยละ 26 - 75
มีค่าการระบายน้ำ 0.20 และถ้ามีสิ่งปกคลุมอยู่ระหว่างร้อยละ 5 - 25 เป็นป่าแคระจะมีค่าใน
การระบายน้ำ 0.30

พื้นที่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาที่เป็นป่า ไพร่ และป่าแคระในปัจจุบันเป็นพื้นที่ป่าหิม
มาก่อน จากข้อกำหนดคำสั่งปกคลุมผืนดินทำให้พื้นที่เกษตรกรรมมีความเหมาะสมเท่ากับป่า ไพร่
และป่าแคระ โดยถือหลักเกณฑ์ดังนี้

พื้นที่ปลูกคลุมด้วยพืชอยู่ระหว่างร้อยละ 26 - 75 มีค่าการระบายน้ำ

0.20 ในบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่เพาะปลูกโดยพิจารณาถึงระยะทางของพืช ระยะเวลาในการเพาะปลูก ระยะเวลาในการปล่อยให้พื้นที่ว่างเปล่า กิจกรรมพืชพรรณที่ปกคลุมการระบายน้ำ

0.20 มีระยะทางของพืชอยู่ระหว่าง 30 - 70 เซนติเมตร ระยะเวลาในการเพาะปลูกเกินกว่า 8 เดือน ปล่อยให้เหี่ยวแห้งไป 3 เดือน พืชที่มีการระบายน้ำ 0.20 ไคแก ออช

มันสำปะหลัง จากแผนที่ 4 อ้อยจะปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง สิงหาคม และจากภาพประกอบ
ที่ แสดงร่องความกดอากาศ (ร่องมรสุม) ที่พาดผ่านประเทศไทยจะเห็นว่าในช่วงเดือนพฤษภาคม-
ตุลาคม จะมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านพื้นที่ศึกษา ทำให้ฝนตกมากที่สุดในพื้นที่ศึกษา อ้อยและ
มันสำปะหลังจะเป็นสิ่งที่ปลูกคลุมดินที่คอยให้ร่มผ่านดินได้สูงและคาการระบายน้ำบาดานดินดำ และ
จากแผนที่ 4 จะเห็นว่าพื้นที่บางส่วนทางตอนกลางออกไปทางทิศตะวันออกของภาคที่เป็นพื้นที่
ว่างเปล่า ทำให้พื้นที่เหล่านี้ถูกกักตุนชะล้างดินสูง เช่น บริเวณบ้านท่าเคย อำเภอเสนา
จังหวัดราชบุรี ก็อยู่บริเวณนี้

พื้นที่ปลูกคลุมด้วยพืชอยู่ระหว่าง 15 - 25 มีค่าการระบายน้ำ 0.30 ฉะนั้น

พื้นที่เพาะปลูกพิจารณาจากระยะทางของพืชปลูกกันห่างเกิน 70 เซนติเมตร ระยะเวลาในการเพาะปลูกน้อยกว่า 8 เดือน ปล่อยให้พื้นที่ว่างเปล่ามากกว่า 3 เดือน มีค่าการระบายน้ำ 0.30 พืชที่มีค่าการระบายน้ำ 0.30 โคกแก๊ว ข้าวโพด สับปะรด และข้าวที่ปลูกได้เฉพาะฤดูฝน จะเห็นว่ามันสำปะหลังจะปลูกอยู่ในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน จากแผนที่ 6 สับปะรดจะปลูกในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน เหมือนกัน แต่มันสำปะหลังจะปลูกในช่วงเดือนกันยายน ถึง ธันวาคม กล้วยในแผนที่ 5 และในฉบับเดือนมกราคม ถึง ธันวาคม จะมีช่วงแห้งแล้งมากกว่าฝนตก จากภาพประกอบ 3 จะเห็นว่าในช่วงนี้จะมีดีเปรสชั่น จากอ่าวไทยพัดเข้าสู่พื้นที่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม แต่จะพัดไม่ค่อถึงพื้นที่ศึกษาเพราะพื้นที่ศึกษาอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินมาก

ดังนั้นจากแผนที่ 4... พื้นที่จะได้รับปริมาณน้ำฝนมากในช่วงพฤษภาคม ถึง ตุลาคม เป็นส่วนใหญ่ จึงปลูกพืชที่ต้องการน้ำมากและพืชที่มีค่าการระบายน้ำต่ำ เช่น อ้อย และมันสำปะหลัง จากแผนที่ 4, 5, 6 จะเห็นว่าเกษตรกรจะปลูกพืชในเงื่อนไขที่ปริมาณน้ำฝนมากที่สุด ทำให้พื้นที่ว่างเปล่าเหลือน้อย ใกล้เคียง แผนที่ 4 แต่เงื่อนไขปริมาณน้ำฝนน้อยพื้นที่ว่างเปล่าจะมากขึ้น แผนที่ 5 และ 6 เป็นต้น

3.3 พื้นที่ปกคลุมด้วยหญ้า

สิ่งปกคลุมผิวดินที่มีหญ้าปกคลุมเป็นพื้นที่ที่รกร้างอยู่บริเวณเชิงเขาหินชั้นใกล้แหล่งน้ำ เมื่อหินไม่สามารถรับน้ำหนักของน้ำที่ไหลบ่าหน้าหินได้ ทำให้การพังเป็นกะบิมีให้เห็นอยู่ทั่วไปตามพื้นที่เชิงเขา สิ่งปกคลุมด้วยหญ้าแปลเป็นดินเหนียวปกคลุมด้วยหญ้า จะมีค่า 0.85 ดินชั้นดินเกิดจากการสลายตัวของหินปูน จะอยู่ทางแถบภาคตะวันออกของพื้นที่ศึกษา และดินร่วนปกคลุมด้วยหญ้าเป็นดินที่สลายตัวจากหินแกรนิต อยู่ทางภาคตะวันตกของพื้นที่ศึกษา เพราะมีความสามารถในการซึมผ่านหน้าดินสูง ค่าการระบายน้ำผ่านหน้าดิน จึงมีค่า 0.40

4. ลักษณะดิน

ดินที่ได้จากการเจาะในพื้นที่และนำไปวิเคราะห์ด้วยตะแกรงซึ่งได้จากการกำหนดค่าของดิน โดยที่ดินมีค่าตะแกรงขนาดใหญ่ซึ่งมีช่องว่างขนาดใหญ่จะทำให้หน้าดินซึมผ่านหน้าดินได้มาก จึงมีค่าการระบายน้ำผ่านผิวดินน้อย และดินที่ค่าตะแกรงขนาดเล็ก น้ำจะซึมผ่านหน้าดินน้อย มีค่าการระบายน้ำผิวดินมาก

จากการตารางค่าการระบายน้ำของดินที่วิเคราะห์ด้วยตะแกรง พบว่าดินที่แข็งยังลึกลงกับหินฐานดั้งเดิม จะมีค่าการระบายน้ำสูง แต่ดินที่ถูกชะล้างหรือผุพังที่เลื่อนจากหินฐานเดิมมาสู่ที่ต่ำกว่าและสู่พื้นราบ จะมีค่าการระบายน้ำต่ำ มีช่องว่างน้อยไม่พอที่จะให้น้ำซึมผ่านลงไปอย่างรวดเร็ว จากการวิเคราะห์ด้วยตะแกรงพบว่า

4.1 ดินที่เจาะสุ่มในฤดูเดียวกับ ในกรณีที่ดินเปียกต้องผึ่งดินให้แห้งก่อนนำเข้าตูบ

4.2 ดินที่มีอินทรีย์วัตถุมาก ควรเก็บออกเสียก่อนเพราะสิ่งเหล่านี้เป็นอุปสรรคในการร่อนด้วยตะแกรงและการลูกโม่ในการอบในตูบ

4.3 พื้นที่ขนาดใหญ่เกินกว่า 2 ไร่ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ไม่ควรนำมาวิเคราะห์หาคะแรงแรงเพราะอาจทำให้หาคะแรงแรงซ้ำซ้อน

จากการตรวจการระบายน้ำ ของแผนที่ดิน พบว่า บริเวณทางทิศตะวันตกและทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา มีค่าการระบายน้ำมากกว่าบริเวณตรงกลางของพื้นที่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่าการระบายน้ำของแผนที่ดินกับค่าของพื้นที่ได้จากการวิเคราะห์หาคะแรงแรงมีค่า 0.68519 แสดงว่าค่าการระบายน้ำของดิน ที่เกิดจากการแผนที่ดินและการวิเคราะห์หาคะแรงแรงสามารถใช้แทนกันได้ในงานที่ไม่ต้องการรายละเอียดมากนัก

5. ปริมาณน้ำท่าและพื้นที่ขอย

จากการวาง 20 จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบจาก FM.5-335 ที่ใช้ในกิจการทหารปัจจุบันกับวิธีที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปริมาณน้ำท่าจาก FM.5-335 มีค่าน้อยกว่า เพราะปัจจุบันในการพิจารณาแตกต่างกันได้แก่

ปริมาณน้ำฝนสูงสุด FM.5-335	จากแผนที่น้ำฝนเท่าซึ่งข้อมูลน้ำฝนเพียง 2 ปี
	จากการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ปรากฏการณ์น้ำฝนซ้ำ 10 ปี
สิ่งปกคลุมผิวดิน FM.5-335	ได้จากการวางสำเร็จรูป ที่การแจกแจงแต่ละชนิด
	ค่าจากการศึกษา ได้แจกแจงจากพื้นที่จริง
ดิน FM.5-335	ไม่ได้แจกแจง

จากการศึกษา ใช้วิธีวิเคราะห์หาคะแรงแรงเพื่อกำหนดค่าการระบายน้ำ ขนาดและรูปร่าง และจากการศึกษาขนาดและรูปร่างเดียวกันไม่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรแบบเดิม ซึ่งวิธีที่กิจการทหารใช้อยู่เดิม อายุการใช้งานของสาธารณูปโภคมีอายุกการใช้งานน้อยวิธี กำหนดตัวแปรที่ได้ศึกษานี้ ได้ศึกษาข้อมูลจากพื้นที่จริง ทำให้ได้ข้อมูลที่เที่ยงตรง และเพิ่มระยะเวลาของการกำหนดปรากฏการณ์น้ำฝนซ้ำให้สอดคล้องกับหน่วยงานอื่นที่ทำงานด้านนี้ โดยตรง เช่นกรมทางหลวง เป็นต้น ซึ่งวิธีนี้จะต้องจัดงบประมาณสูงขึ้น ตัวอย่างเช่น ทางเขาคัลแสง 6 ที่กล่าวมาแล้วทั้งจัดงบประมาณในการสร้างทางและหอ ก.ส.ล. ระยะทาง 1110 เมตร เป็นเงิน 2,176,913.00 บาท

ต่อมาเกิดความเสียหายทั่วมต้องจัดงบประมาณซ่อมแซมทั้งถนนและเปลี่ยนจากหอ ก.ส.ล เป็นสะพาน

หอเป็นเงิน 498,963.00 บาท ซึ่งในครั้งแรกในการสร้าง ถ้าสร้างควยสะพานหอจะเพิ่มงบประมาณอีกประมาณ 210,890.00 บาท แต่อาคารใช้งานจะนานกว่าที่การคำนวณแบบเดิม ที่คำนวณออกมาเป็นเพียงหอ ค.ส.ล. ธรรมดา แต่อาคารใช้งานน้อย และต้องจัดงบประมาณในการซ่อมแซมสูง หรืออาจจะสูงกว่างบประมาณที่จะสร้างสะพานหอแบบใหม่ ซึ่งวิธีที่ทำการศึกษานี้จะต้องจัดงบประมาณในการก่อสร้างสูงขึ้น ผู้ศึกษาเชื่อว่าวิธีที่ศึกษานี้จะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อผู้ออกแบบการระบายน้ำ ที่ใช้ในกิจการทหารในเวลาปกติ ทั้งในแง่งบประมาณและความปลอดภัยของสาธารณูปโภค

ขอบทรวงของการศึกษา

1. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนทั่วภาคใต้ในพื้นที่ศึกษามีจำนวน 21 ปี และบางปีข้อมูลไม่สมบูรณ์ อาจทำให้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในการศึกษาครั้งนี้ผิดพลาดได้
2. แผนที่พื้นที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับคุณลักษณะการระบายน้ำของดินด้วยการวิเคราะห์ห้วยตะแกรง แผนที่ผลัดขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ในคาบเกษตรกรรม อาจให้ข้อมูลทางคาบวิศวกรรมน้อยหรือแตกต่างกัน
3. พื้นที่ในการศึกษากว้างขวาง การสุ่มเจาะดินต้องสุ่มเป็นพื้นที่กว้าง ต้องใช้เวลานาน พื้นที่สุ่มเจาะต้องใช้หลายจุด จึงจะทำให้ครบ ทำให้กินถูกรบกวนจากการไถพรวน
4. ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้ในแต่ละพื้นที่นั้น ๆ ไม่ได้คำนวณปริมาณน้ำท่าพื้นที่ข้างเคียงที่มีผลต่อเนื่องกัน

ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

1. ควรมีการบันทึกปริมาณน้ำฝนทุกอำเภอ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาและคาดคะเนเกี่ยวกับผลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน
2. ควรมีการศึกษาลักษณะของดินในเชิงวิศวกรรม
3. ควรมีการทำเส้นน้ำฝนเท่าในรอบปีสูง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาค้นต่าง ๆ
4. ควรให้มีการศึกษาถึงความสูญเสียทางเศรษฐกิจ จากภาวะฝนตกและฝนแล้งในเขตพื้นที่เกษตรกรรม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- การทหารช่าง, กรม. ดัชนีสรุปประมาณการจัดหาสิ่งอุปกรณ์ก่อสร้างโครงการก่อสร้างงาน
คาคผิว ก.ส.ส. แนวทางเช่า คส.ค สท. ทบ. ราชบุรี : กรมทหารช่าง, 2528.
อัครสำเนา.
- เกษม สมภักดิ์. การวิเคราะห์ลักษณะฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัครสำเนา.
- เจียมศักดิ์ ปอศรี. การวิเคราะห์ลักษณะปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำมูล. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัครสำเนา.
- ทางหลวง. กรม. คู่มือการออกแบบอาคารระบายน้ำ. กรุงเทพฯ : กรมทางหลวง, 2526.
อัครสำเนา.
- ชัย ชันธิ์วิทย์. การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็ก. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530.
- ปราโมทย์ ไมกลัด. คู่มืองานเขื่อนดินขนาดเล็กและฝาย. กรุงเทพฯ : สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรม
ชลประทาน, 2524.
- พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์. พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ อังกฤษ - ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน.
ม.ป.ท., ม.ป.ป.
- มนธนา พุฒะวัน. ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นดิน - ช่วงเวลา - ความถี่ของฝนของสถานีตรวจ
อากาศกรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ : กองภูมิศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์, 2529.
- เรงรัดพัฒนาชนบท, สำนักงาน. การออกแบบแหล่งน้ำสำหรับงานเรงรัดพัฒนาชนบท.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเคชั่นสโตร์, 2529.
- ราชบุรี, จังหวัด. รายงานความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยของจังหวัดราชบุรี. 2528.
อัครสำเนา.
- รัตน จูจิรกุล. ภูมิศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรุงเทพฯ : โอเคชั่นสโตร์, 2525.

- วิศิษฐ์ รัชนีศักดิ์. อุทกนิยามวิทยาเกษตร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.
- วิระพล แต่มณี. หลักอุทกวิทยา. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2528.
- สวนผึ้ง, อำเภ. สรุปความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี. 2531.
อัครสำเนา.
- สุเทพ ลิขสิทธิ์ และเกษมชาติ หาดเกาะ. คู่มืออุทกวิทยาสำหรับงานชลประทาน. สมาคมส่งเสริม
ความรู้เทคโนโลยีระหว่างประเทศ, 2521.
- อุทกนิยามวิทยา, กรม. รายงานภาวะอากาศประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กองภูมิศาสตร์,
กรมอุทกนิยามวิทยา, 2528.
- Bernard, Etchervary A. Land drainage and flood Protection. Standford
University press California , 1931.
- Chow, V.T. "Frequency Analysis," Handbook of Applied Hydrology. New York :
McGraw-Hill Book Co., Ltd. 1964.
- Dury C.H. "Hydraulic Geometry," in Water, Earth and Man. p. 322 - 324.
by Richard J. Charley, London Methuen, Co., Ltd., 1969.
- Department of Highway. Ministry of Communication Design Supervision of
rural roads. Vol. I. Bangkok : Louis Beeger International Inc
and Asian Engineering Consultants Crop Ltd., 1980.
- Field Manual No. 5 - 26 Map reading. Head Quaters Department of the
Army. Washington D.C. 1985.
- Field Manual No. 5 - 276 Soil. Head Quaters Department of the Army.
Washington D.C. 1985.
- Field Manual No. 5 - 335 Drainage. Head Quaters Department of the Army.
Washington D.C. 1985.
- Field Manual No. 30 - 10 Terrain. Intelligence Head Quaters Department
of the Army. Washington D.C. 1959.
- International institute for land reclamation improvement. Drainage
Principle and Application IV design and management of drainage
system. 1974.
- Leopold, L.B. McG. Wolman and J.P. Miller. Pluvial Process in Geology.
W.H. Freeman and Co., San Francisco, 1964.

Linsley, Royk., Man, A. Kohler and Josept LH. Pauthus. Applied - Hydrology.
New York : McGraw-Hill Book Co., Ltd. 1949.

Nemec, J. Engineering Hudrology. McGraw-Hill Publishing Co London, 1972.

Nienwdt, S. Tropical climatology An Introduction to the climates of
the Low Latitude. John Willey & Sons, 1977.

Rodda, John C. "Short-term Runoff Pattern," in Water, Earth and Man.
p.408 - 415, ed. by Riehard J. Chorley. London : Methuen Co., Ltd.
1969.

Student Reference. Drainage. U.S. Army School Fost Belvoir Verginia,
1964.

ภาคผนวก

ตาราง 18 Return Period in Years

Skew Coeff. (g)	Return Period in Years											
	Percent Chance											
	99	95	90	80	50	20	10	25	50	100	200	1000
1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	25	50	100	200	1000	
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	0.1
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909	7.15
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847	7.03
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783	6.92
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718	6.79
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.67
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584	6.55
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.559	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515	6.42
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.30
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372	6.17
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	6.04
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223	5.91
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.78
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069	5.64
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.673	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.51
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910	5.37
1.4	-1.310	-1.168	-1.041	-0.832	-0.225	0.703	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.23
1.3	-1.383	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745	5.10
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.96
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575	4.81
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.67
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.53
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	4.39
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.24
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	4.10
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.96
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.81
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.67
0.2	-2.178	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.52
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.38
0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.23

ที่มา : ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน 1986 : 23

TABLE 19 Return Period

n	Return period (years)					
	2	5	10	25	50	100
10	-0.1355	1.0580	1.8483	2.8407	3.5874	4.3227
11	-0.1376	1.0338	1.8094	2.7894	3.5163	4.2379
12	-0.1393	1.0134	1.7768	2.7409	3.4563	4.1664
13	-0.1408	.9958	1.7484	2.6993	3.4048	4.1050
14	-0.1422	.9806	1.7240	2.6632	3.3600	4.0517
15	-0.1434	.9672	1.7025	2.6318	3.3208	4.0049
16	-0.1444	.9553	1.6835	2.6035	3.2860	3.9635
17	-0.1454	.9447	1.6665	2.5784	3.2549	3.9265
18	-0.1463	.9352	1.6512	2.5559	3.2270	3.8932
19	-0.1470	.9265	1.6373	2.5354	3.2017	3.8631
20	-0.1478	.9187	1.6247	2.5169	3.1787	3.8356
21	-0.1484	.9115	1.6132	2.4999	3.1576	3.8108
22	-0.1490	.9049	1.6026	2.4843	3.1383	3.7875
23	-0.1496	.8988	1.5929	2.4699	3.1205	3.7663
24	-0.1501	.8931	1.5838	2.4565	3.1040	3.7468
25	-0.1506	.8879	1.5754	2.4442	3.0886	3.7283
26	-0.1510	.8830	1.5676	2.4326	3.0743	3.7113
27	-0.1515	.8784	1.5603	2.4219	3.0610	3.6954
28	-0.1518	.8742	1.5535	2.4118	3.0485	3.6805
29	-0.1522	.8701	1.5470	2.4023	3.0368	3.6665
30	-0.1526	.8664	1.5410	2.3934	3.0257	3.6534
31	-0.1529	.8628	1.5353	2.3850	3.0153	3.6410
32	-0.1532	.8594	1.5299	2.3770	3.0054	3.6292
33	-0.1535	.8562	1.5248	2.3695	2.9961	3.6181
34	-0.1538	.8532	1.5199	2.3623	2.9873	3.6076
35	-0.1540	.8504	1.5153	2.3556	2.9789	3.5976
36	-0.1543	.8476	1.5110	2.3491	2.9709	3.5881
37	-0.1545	.8450	1.5068	2.3430	2.9633	3.5790
38	-0.1548	.8425	1.5028	2.3371	2.9561	3.5704
39	-0.1550	.8402	1.4990	2.3315	2.9491	3.5622
40	-0.1552	.8379	1.4954	2.3262	2.9425	3.5543
41	-0.1554	.8357	1.4920	2.3211	2.9362	3.5467
42	-0.1556	.8337	1.4886	2.3162	2.9301	3.5395
43	-0.1557	.8317	1.4854	2.3115	2.9243	3.5325
44	-0.1559	.8298	1.4824	2.3069	2.9187	3.5259
45	-0.1561	.8279	1.4794	2.3026	2.9133	3.5194
46	-0.1562	.8262	1.4766	2.2984	2.9081	3.5133
47	-0.1564	.8245	1.4739	2.2944	2.9031	3.5073
48	-0.1566	.8228	1.4712	2.2905	2.8983	3.5016
49	-0.1567	.8212	1.4687	2.2868	2.8937	3.4961
50	-0.1568	.8197	1.4663	2.2832	2.8892	3.4908
51	-0.1570	.8182	1.4639	2.2797	2.8849	3.4856
52	-0.1571	.8168	1.4616	2.2763	2.8807	3.4807
53	-0.1572	.8154	1.4594	2.2731	2.8767	3.4759
54	-0.1573	.8141	1.4573	2.2699	2.8728	3.4712

ตาราง 19 (ต่อ)

n	2	5	10	25	50	100
55	-0.1575	.8128	1.4552	2.2669	2.8690	3.4667
56	-0.1576	.8116	1.4532	2.2639	2.8653	3.4623
57	-0.1577	.8103	1.4512	2.2610	2.8618	3.4581
58	-0.1578	.8092	1.4494	2.2583	2.8583	3.4540
59	-0.1579	.8080	1.4475	2.2558	2.8550	3.4500
60	-0.1580	.8069	1.4458	2.2529	2.8518	3.4461
61	-0.1581	.8058	1.4440	2.2504	2.8488	3.4424
62	-0.1582	.8048	1.4424	2.2479	2.8455	3.4387
63	-0.1583	.8038	1.4407	2.2455	2.8426	3.4352
64	-0.1583	.8028	1.4391	2.2432	2.8397	3.4317
65	-0.1584	.8018	1.4376	2.2409	2.8368	3.4284
66	-0.1585	.8009	1.4361	2.2387	2.8341	3.4251
67	-0.1586	.8000	1.4346	2.2365	2.8314	3.4219
68	-0.1587	.7991	1.4332	2.2344	2.8288	3.4188
69	-0.1587	.7982	1.4318	2.2324	2.8263	3.4158
70	-0.1588	.7974	1.4305	2.2304	2.8238	3.4128
71	-0.1589	.7965	1.4291	2.2284	2.8214	3.4099
72	-0.1590	.7957	1.4278	2.2265	2.8190	3.4071
73	-0.1590	.7950	1.4266	2.2246	2.8167	3.4044
74	-0.1591	.7942	1.4254	2.2228	2.8144	3.4017
75	-0.1592	.7934	1.4242	2.2211	2.8122	3.3991
76	-0.1592	.7927	1.4230	2.2193	2.8101	3.3965
77	-0.1593	.7920	1.4218	2.2176	2.8080	3.3940
78	-0.1593	.7913	1.4207	2.2160	2.8059	3.3916
79	-0.1594	.7906	1.4196	2.2143	2.8039	3.3892
80	-0.1595	.7899	1.4185	2.2128	2.8020	3.3868
81	-0.1595	.7893	1.4175	2.2112	2.8000	3.3845
82	-0.1596	.7886	1.4165	2.2097	2.7982	3.3823
83	-0.1596	.7880	1.4154	2.2082	2.7963	3.3801
84	-0.1597	.7874	1.4145	2.2067	2.7945	3.3779
85	-0.1597	.7868	1.4135	2.2053	2.7927	3.3758
86	-0.1598	.7862	1.4125	2.2039	2.7910	3.3738
87	-0.1598	.7856	1.4116	2.2026	2.7893	3.3717
88	-0.1599	.7851	1.4107	2.2012	2.7877	3.3698
89	-0.1599	.7845	1.4098	2.1999	2.7860	3.3678
90	-0.1600	.7840	1.4089	2.1986	2.7844	3.3659
91	-0.1600	.7834	1.4081	2.1973	2.7828	3.3640
92	-0.1601	.7829	1.4072	2.1961	2.7813	3.3622
93	-0.1601	.7824	1.4064	2.1949	2.7798	3.3604
94	-0.1602	.7819	1.4056	2.1937	2.7783	3.3586
95	-0.1602	.7814	1.4048	2.1925	2.7769	3.3569
96	-0.1602	.7809	1.4040	2.1913	2.7754	3.3552
97	-0.1603	.7804	1.4033	2.1902	2.7740	3.3535
98	-0.1603	.7800	1.4025	2.1891	2.7726	3.3519
99	-0.1604	.7795	1.4018	2.1880	2.7713	3.3503
100	-0.1604	.7791	1.4010	2.1869	2.7700	3.3487

ที่มา : ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน 1986 : 20

ตาราง 20 ค่าของเงินจากแผนที่ดิน

พิกัด	จตุรางคกคท	จตุรางคกคท	จตุรางคกคท	จตุรางคกคท	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
2918	.6	.6	.6	.6	.6
2914	.6	.6	.6	.6	.6
2910	.6	.6	.6	.6	.6
2906	.6	.6	.6	.6	.6
2902	.6	.6	.6	.6	.6
2998	.6	.6	.6	.6	.6
2994	.6	.73	.73	.6	.67
3318	.6	.6	.6	.6	.6
3314	.6	.6	.6	.6	.6
3310	.6	.6	.6	.6	.6
3306	.6	.6	.6	.6	.6
3302	.6	.6	.6	.6	.6
3398	.6	.6	.6	.6	.63
3394	.6	.6	.6	.6	.6
3718	.6	.6	.6	.53	.78
3714	.6	.6	.6	.6	.6
3710	.6	.6	.6	.6	.6
3706	.6	.6	.6	.5	.6
3702	.6	.6	.6	.6	.6
3798	.57	.57	.43	.57	.53

ตาราง 20 (ต่อ)

พิกัด	จุดวางคกคท	จุดวางคกคท	จุดวางคกคท	จุดวางคกคท	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
3794	.57	.6	.5	.43	.5
4118	.6	.6	.6	.6	.6
4114	.5	.6	.6	.6	.58
4110	.6	.6	.6	.6	.6
4106	.33	.43	.57	.57	.48
4102	.4	.4	.6	.6	.5
4198	.5	.5	.43	.48	.48
4194	.56	.56	.6	.6	.58
4518	.5	.6	.6	.55	
4514	.6	.6	.6	.5	.58
4510	.6	.6	.6	.6	.6
4506	.33	.43	.43	.43	.41
4502	.5	.5	.57	.5	.52
4598	.5	.5	.5	.5	.5
4594	.5	.6	.5	.5	.53
4918	.43	.43	.43	.43	.43
4914	.43	.5	.43	.43	.45
4910	.5	.5	.43	.43	.47
4906	.43	.43	.43	.33	.41
4902	.5	.5	.5	.5	.5

ตาราง 20 (ต่อ)

รหัส	จตุรางกคตที่	จตุรางกคตที่	จตุรางกคตที่	จตุรางกคตที่	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
4998	.5	.5	.5	.5	.5
4994	.5	.5	.5	.5	.5
5318	.53	.6	.6	.53	.57
5314	.33	.33	.33	.33	.33
5310	.5	.53	.53	.53	.52
5306	.5	.5	.5	.6	.53
5302	.6	.6	.6	.6	.6
5398	.6	.6	.6	.6	.6
5394	.6	.6	.6	.6	.63

นำค่าของกินแต่ละพิภพมารวมกันเพื่อหาค่าของกินแต่ละพื้นที่ย่อยจะได้ค่าของกินจาก

ตาราง 21 ค่าของกินจากการวิเคราะห์ถดถอย

พิภพ	จตุรางคณที่ 1	จตุรางคณที่ 2	จตุรางคณที่ 3	จตุรางคณที่ 4	ค่าเฉลี่ย
2918	.7	.7	.5	.5	.6
2914	.7	.6	.7	.8	.7
2910	.8	.7	.8	.7	.75
2906	.6	.5	.5	.7	.63
2902	.7	.6	.8	.7	.7
2998	.6	.6	.7	.9	.7
2994	.8	.8	.6	.7	.72
3318	.6	.6	.6	.6	.6
3314	.6	.5	.6	.6	.6
3310	.6	.6	.6	.6	.6
3306	.6	.6	.6	.6	.6
3302	.6	.6	.6	.5	.58
3308	.6	.6	.8	.8	.7
3394	.6	.6	.6	.6	.6
3718	.6	.6	.6	.58	.58
3714	.6	.6	.6	.6	.6
3710	.6	.6	.6	.6	.6
3706	.6	.6	.6	.6	.6

ตาราง 21 (ต่อ)

หัก	จตุรangkklth	จตุรangkklth	จตุรangkklth	จตุรangkklth	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
3798	.6	.5	.6	.6	.58
3794	.4	.5	.5	.5	.48
4118	.6	.6	.6	.5	.58
4114	.6	.5	.5	.6	.55
4110	.6	.6	.7	.7	.65
4106	.6	.4	.6	.6	.55
4102	.6	.4	.5	.5	.5
4198	.5	.4	.5	.5	.48
4194	.5	.5	.6	.6	.55
4518	.5	.5	.6	.6	.55
4514	.6	.6	.5	.5	.55
4510	.6	.6	.6	.6	.6
4506	.5	.3	.4	.4	.4
4502	.9	.5	.5	.5	.6
4598	.5	.5	.5	.5	.5
4594	.5	.4	.4	.5	.48
4916	.4	.5	.6	.6	.53
4914	.4	.5	.4	.4	.43
4910	.5	.5	.4	.5	.48
4906.0	.4	.4	.4	.3	.38

ตาราง 21 (ต่อ)

พิกัด	จตุรางกกลที่ 1	จตุรางกกลที่ 2	จตุรางกกลที่ 3	จตุรางกกลที่ 4	ค่าเฉลี่ย
4902	.5	.5	.5	.5	.5
4998	.4	.5	.5	.5	.48
4994	.5	.6	.6	.5	.53
5318	.4	.6	.6	.5	.53
5314	.6	.4	.5	.5	.5
5310	.7	.5	.5	.6	.58
5306	.5	.5	.6	.6	.55
5302	.5	.5	.6	.6	.55
5308	.6	.5	.6	.5	.55
5394	.6	.6	.6	.6	.6

ตาราง 22 คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างค่าของคืนจากแผนที่คืนกับค่าของคืนจากการวิเคราะห์
ควยตะแกรง

พิภค	พิภค (N)	ค่าของคืน จากแผนที่ (X)	ค่าของคืน จากการ วิเคราะห์ ควยตะแกรง (y)	(ค่าของคืน จากแผนที่) ² (X) ²	(ค่าของคืน จากการ วิเคราะห์ ควยตะแกรง) ² (y) ²	ความสัมพันธ์ (xy)
2918	1	.6	.6	.36	.36	.36
2914	2	.6	.7	.36	.49	.42
2910	3	.6	.75	.36	.56	.45
2906	4	.6	.63	.36	.40	.38
2902	5	.6	.7	.36	.49	.42
2998	6	.6	.7	.36	.49	.42
2994	7	.67	.73	.45	.53	.49
3318	8	.6	.6	.36	.36	.36
3314	9	.6	.58	.36	.36	.36
3310	10	.6	.6	.36	.36	.36
3306	11	.6	.6	.36	.36	.36
3302	12	.6	.58	.36	.34	.35
3398	13	.63	.6	.40	.36	.38
3394	14	.6	.6	.36	.36	.36
3718	15	.78	.58	.61	.34	.44
3714	16	.6	.7	.36	.49	.42

ตาราง 22 (ต่อ)

พิภัก	พิภัก (n)	ค่าของคืน จากแผนที่ (x)	ค่าของคืน จากการ วิเคราะห์ ถอยตะแกรง (y)	(ค่าของคืน จากแผนที่) ² (x) ²	(ค่าของคืน จากการ วิเคราะห์ ถอยตะแกรง) ² (y)	ความสัมพันธ์ (xy)
3710	17	.6	.6	.36	.36	.36
3706	18	.6	.58	.36	.34	.35
3702	19	.6	.6	.36	.36	.36
				7.22	7.69	7.39
3798	20	.53	.6	.28	.36	.32
3794	21	.5	.6	.25	.36	.30
3718	22	.6	.58	.36	.34	.35
3714	23	.58	.55	.34	.30	.32
3710	24	.6	.65	.36	.42	.36
3706	25	.48	.55	.23	.30	.26
3702	26	.5	.5	.25	.25	.25
3798	27	.48	.48	.23	.23	.23
3794	28	.58	.55	.34	.30	.32
4118	29	.55	.55	.30	.30	.30
4114	30	.58	.55	.34	.30	.32
4110	31	.6	.6	.36	.36	.36
4106	32	.41	.4	.17	.16	.16

ตาราง 23 (ต่อ)

พิกัด	พิกัด (N)	ค่าของคืน จากแผนที่ (X)	ค่าของคืน จากการ วิเคราะห์ กวยตะแกรง (y)	(ค่าของคืน จากแผนที่) ² (X) ²	(ค่าของคืน จากการ วิเคราะห์ กวยตะแกรง) ² (y) ²	ความสัมพันธ์ (xy)
4102	33	.52	.6	.27	.36	.31
4198	34	.5	.5	.25	.25	.25
4194	35	.53	.45	.28	.20	.24
4518	36	.43	.53	.18	.28	.23
4514	37	.45	.43	.20	.18	.19
4510	38	.47	.48	.22	.23	.22
4506	39	.41	.38	.17	.14	.15
4502	40	.5	.5	.25	.25	.25
4598	41	.5	.48	.25	.23	.24
4594	42	.5	.55	.25	.30	.28
4918	43	.57	.53	.32	.28	.30
4914	44	.33	.5	.11	.25	.17
5310	45	.52	.58	.27	.34	.30
5306	46	.53	.55	.28	.30	.29
5302	47	.6	.55	.36	.30	.33
5398	48	.6	.55	.36	.30	.33
5394	49	.63	.6	.40	.36	.38
		27.26	27.95	15.34	16.22	15.7

N พัก

X ค่าของเงินจากแผนที่ดิน

Y ค่าของเงินจากการวิเคราะห์หัตถะแรง

Pearson Product Moment Corelation

$$r = 0.68519$$

ตาราง 23 ความเข้มของฝนในช่วงเวลาและรอบปีปรากฏการณ์ ปริมาณน้ำฝนซ้ำ 10 ปี

พิกัด	ความยาว (ม.)	ความสูง (ม.)	ช่วงเวลาใน การไหล(นาท.)	ปรากฏการณ์ น้ำฝนซ้ำ (ม.ม.)	ความเข้มของฝน (ม.ม./ชม.)
2918	4500	110	532.663	50.77 29	450.750
2914	5000	50	809.546	50.77 29	685.049
2910	6300	50	1116.443	50.77 29	944.049
2906	3700	310	283.937	50.77 29	240.272
2902	4400	140	474.732	50.77 29	401.725
2998	5500	130	631.094	50.77 29	534.041
2994	5000	130	561.029	50.77 29	474.751
3318	2400	250	186.960	50.77 29	158.208
3314	2700	150	261.750	50.77 29	221.497
3310	5200	440	367.545	50.77 29	311.022
3306	5500	30	1146.538	50.77 29	970.218
3302	6300	150	700.660	50.77 29	592.909
3398	4500	80	609.919	50.77 29	516.122
3394	6400	100	931.560	50.77 29	788.300
3718	6000	60	324.398	50.77 29	274.510
3714	3400	170	317.027	50.77 29	268.273
3710	330	180	417.031	50.77 29	352.948
3706	4200	170	877.967	50.77 29	742.949
3702	8000	170	1476.154	50.77 29	1429.144

ตาราง 23 (ต่อ)

พิกัด	ความยาว (ม.)	ความสูง (ม.)	ช่วงเวลาใน การไหล(นาท.)	ปรากฏการณ์ น้ำฝน(มม)	ความเข้มของฝน (ม.ม./ชม.)
3798	4800	10	2055.932	50.77 29	1739.760
3794	5200	10	6371.905	50.77 29	5392.002
3718	5100	30	1081.778	50.77 29	915.417
4114	4100	40	722.821	50.77 29	611.622
4110	4200	40	763.359	50.77 29	623.118
4106	4800	40	858.143	50.77 29	726.173
4102	5000	60	752.258	50.77 29	636.572
4198	5200	20	1254.339	50.77 29	1061.440
4194	2200	10	614.055	50.77 29	519.623
4518	4900	40	722.821	50.77 29	824.838
4514	4100	40	722.821	50.77 29	611.562
4510	4200	40	736.358	50.77 29	623.126
4506	6200	20	1513.900	50.77 29	1281.084
4602	4600	10	1404.056	50.77 29	1188.133
4698	4000	50	633.503	50.77 29	536.080
4694	3000	120	320.155	50.77 29	270.919
4918	4700	10	1427.500	50.77 29	1207.972
4914	5600	10	2124.095	50.77 29	1789.653
4910	5400	40	1456.811	50.77 29	1148.154
4906	5000	130	463.529	50.77 29	392.245
4902	4700	30	943.957	50.77 29	789.791

ตาราง 23 (ต่อ)

พิกัด	ความยาว (ม.)	ความสูง (ม.)	ช่วงเวลาใน การไหล(นาท.)	ปรากฏการณ์ น้ำฝน(มม)	ความเข้มของฝน (ม.ม./ชม.)
4998	3800	30	749.502	50.77 29	643.240
4994	2800	30	518.020	50.77 29	438.356
5318	3200	10	979.023	50.77 29	828.464
5314	3700	10	1187.340	50.77 29	1004.745
5310	3800	20	853.098	50.77 29	721.904
5306	2500	10	677.573	50.77 29	573.372
5302	4700	90	602.341	50.77 29	509.709
5398	4400	90	563.111	50.77 29	476.513
5394	3800	30	1321.365	50.77 29	1118.412

ตาราง 24 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่า

หักค	ปริมาณน้ำท่าจาก (PM.5-335)	ปริมาณน้ำท่าจาก
2918	36.95	801.974
2914	29.11	1371.194
2910	141.99	2017.08
2906	141.08	502.303
2902	91.81	893.44
2998	85.09	2298.231
2994	78.56	1023.114
3318	68.30	299.275
3314	45.91	384.235
3310	71.66	747.884
3306	82.31	1941.99
3302	85.09	1107.65
3398	82.85	918.284
3394	76.43	1565.59
3718	78.38	537.25
3714	101.02	536.975
3710	91.81	706.460
3706	96.29	1553.18
3702	165.71	3051.22
3798	120.71	3404.92

ตาราง 24 (ต่อ)

พิกัด	ปริมาณน้ำท่าจาก (FM.5-335)	ปริมาณน้ำท่าจาก
3794	106.16	11164.38
4118	125.40	1995.17
4114	152.27	1305.922
4110	181.33	629.91
4106	174.66	969.005
4102	165.71	1132.59
4198	129.88	1888.514
4194	131.63	878.29
4518	143.31	1467.551
4514	282.15	1088.27
4510	282.15	970.082
4506	203.22	2279.304
4502	120.92	2113.93
4598	147.79	834.57
4594	251.06	400.68
4918	102.92	2149.223
4914	111.96	2388.112
4910	166.09	2042.792
4906	165.71	697.882
4902	107.49	1243.56

ตาราง 24 (ต่อ)

พิกัด	ปริมาณน้ำท่าจาก (พ.ม. 5-335)	ปริมาณน้ำท่าจาก
4998	106.96	1128.44
4994	148.62	740.93
5318	107.0	1142.352
5314	96.3	1385.423
5310	117.7	995.42
5306	152.03	790.611
5302	99.98	614.974
5398	99.98	492.790
5394	79.48	1072.67

ตาราง 25 ปริมาณน้ำท่าจากการศึกษา

พิกัด	พื้นที่ (เอเคอร์)	ความเข้ม ของฝน	สิ่งปกคลุม ผิวพื้น	ปริมาณน้ำท่า	ปริมาณน้ำท่า
2918	3953.55	3.3	0.1	1304.67	36.95
2914	3953.55	2.6	0.1	1027.92	29.11
2910	3953.55	2.5	0.1	988.39	27.99
2906	3953.55	6.3	0.2	4981.47	141.08
2902	3953.55	4.7	0.2	3241.91	91.81
2998	3953.55	3.8	0.2	3004.70	85.09
2994	3748.46	3.7	0.2	2773.86	78.56
3318	3953.55	6.1	0.1	2411.67	68.30
3314	3953.55	4.1	0.1	1620.96	45.91
3310	3953.55	6.4	0.1	2830.27	71.66
3306	3953.55	3.3	0.2	2609.34	82.31
3302	3953.55	3.8	0.2	3004.70	85.09
3398	3963.55	3.7	0.2	2925.63	82.85
3394	3748.46	3.6	0.2	2698.89	76.43
3718	3953.55	3.5	0.2	2767.49	78.38
3714	3953.55	4.5	0.2	3567.20	101.02
3710	3953.55	4.1	0.2	3241.91	91.81
3706	3953.55	4.3	0.2	3400.05	96.29
3702	3953.55	3.7	0.4	5851.25	165.71

ตาราง 25 (ต่อ)

พิกัด	พื้นที่ (เอเคอร์)	ความเข้ม ของฝน	สิ่งปกคลุม ผิวดิน	ปริมาณน้ำท่า	ปริมาณน้ำท่า
3798	3953.55	2.7	0.4	5269.83	120.92
3794	3748.46	2.5	0.4	3748.46	106.16
4118	3963.55	2.8	0.4	4427.98	125.40
4114	3953.55	3.4	0.4	5376.83	152.27
4110	3953.55	5.4	0.3	6402.75	181.33
4106	3953.55	5.2	0.3	6167.54	174.66
4102	3953.55	3.7	0.4	5851.25	165.71
4198	3953.55	2.9	0.4	4586.12	129.88
4194	3748.46	3.1	0.4	4648.09	131.63
4518	3953.55	3.2	0.4	5060.54	143.31
4514	3953.55	6.3	0.4	9962.95	282.15
4510	3953.55	6.3	0.4	9962.95	282.15
4506	3953.55	3.3	0.55	7175.69	203.22
4502	3953.55	2.7	0.4	4269.83	120.92
4598	3953.55	3.3	0.4	5218.69	147.79
4594	3748.46	4.3	0.55	8865.11	251.06
4918	3953.55	2.7	0.4	4269.83	120.92
4914	3953.55	2.5	0.4	3953.55	111.96
4910	3953.55	2.7	0.55	5871.02	166.09
4906	3953.55	3.7	0.4	5851.25	165.71

ตาราง 25 (ต่อ)

หัตถ์	พื้นที่ (เอเคอร์)	ความเข้ม ของฝน	สิ่งปกคลุม ผิวดิน	ปริมาณน้ำท่า	ปริมาณน้ำท่า
4902	3953.55	3.2	0.3	3795.41	107.49
4998	3953.55	3.1	0.3	3776.80	106.96
5318	3148.60	3.0	0.4	3778.32	107.0
5314	3148.60	2.7	0.4	3400.49	96.3
5310	3148.60	3.3	0.4	4156.15	117.7
5306	3148.60	3.1	0.55	5368.36	152.03
5302	3148.60	3.7	0.3	3494.95	99.98
5398	3148.60	3.7	0.3	3494.95	99.98
5394	2834.90	3.3	0.3	2809.55	79.48

หมายเหตุ

พื้นที่ เอเคอร์

ปริมาณน้ำฝน (นิ้ว/ชั่วโมง)

สิ่งปกคลุมผิวดิน

ปริมาณน้ำท่าเป็นลูกบาศก์เมตร/วินาที และลูกบาศก์ฟุต/วินาที

1 ลูกบาศก์ฟุต 0.02832 ลูกบาศก์เมตร

ตาราง 26 ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการศึกษา

พิกัด	พื้นที่(กม)	ความเข้ม ของฝน(มม)	สิ่งปกคลุม ผิวพื้น	ปริมาณน้ำท่า
2918	16	450.750	.4	801.974
2914	16	658.049	.45	1371.194
2910	16	944.750	.48	2017.08
2916	16	240.272	.47	502.303
2902	16	401.725	.5	893.44
2998	16	534.041	.5	2298.231
2994	15.2	474.751	.51	1023.114
3318	16	158.208	.4	299.275
3314	16	221.497	.39	384.235
3310	16	311.022	.43	747.884
3306	16	970.218	.45	1941.99
3302	16	592.909	.42	1107.65
3398	16	516.122	.4	818.284
3394	15.2	778.300	.47	1565.59
3718	16	274.510	.44	537.25
3714	16	268.273	.45	536.975
3710	16	352.948	.45	706.460
3706	16	742.949	.47	1553.18
3702	16	1429.144	.48	3051.28

ตาราง 26 (ต่อ)

พิกัด	พื้นที่(กม)	ความเข้ม ของฝน (มม)	สิ่งปกครอบ ผิวน้ำ	ปริมาณน้ำท่า
3798	16	1739.760	.44	3404.92
3794	15.2	5392.002	.49	11164.38
4118	16	915.417	.49	1995.15
4114	16	611.662	.48	1305.922
4110	16	623.118	.25	692.91
4106	16	725.173	.3	969.005
4102	16	636.572	.4	1132.59
4198	16	1061.440	.4	1888.514
4518	16	824.838	.4	1467.551
45144	16	611.662	.4	1088.27
4510	16	623.126	.35	970 .082
4506	16	1281.084	.4	2279.304
4502	16	1188.133	.4	2113.93
4598	16	536.080	.35	834.57
4594	15.2	270.919	.35	400.68
4918	16	1207.972	.4	2149.223
4914	16	1789.653	.3	2388.112
4910	16	1148.154	.4	2042.795
4906	16	392.245	.4	697.882

ตาราง 26 (ต่อ)

พิกัด	พื้นที่ (กม)	ความเข้ม ของฝน (มม)	สิ่งปกคลุม ผิวน้ำ	ปริมาณน้ำท่า
4902	16	798.791	.35	1243.56
4998	16	634.240	.4	1128.44
4994	15.2	438.356	.4	740.93
5318	12.4	828.464	.4	1142.352
5314	12.4	1004.745	.4	1385.423
5310	12.4	721.904	.4	995.42
5306	12.3	573.372	.4	790.611
5302	12.4	573.372	.4	790.611
5398	12.4	476.513	.3	492.790
5394	11.5	1118.412	.3	1072.67

ตาราง 27 ความเข้มของฝนใช้กับสมการการออกแบบการระบายน้ำที่ได้จากการศึกษา

พิกัด	% ลาก	ความยาว	ช่วงเวลาใน การไหลรวม	ความเข้ม ของฝน
2918	2.4	4905	41	3.3
2914	1	5450	53	2.6
2910	0.7	6867	66	2.5
2906	8.3	4033	8	6.3
2902	3.1	4796	26	4.1
2998	2.3	5995	29	3.8
2994	2.6	5450	28	3.7
3318	10.4	2616	9	6.1
3314	5.5	2943	26	4.1
3310	8.4	5668	7	6.4
3306	0.5	5995	41	3.3
3302	2.3	6867	29	3.8
3398	1.7	4905	32	3.7
3394	1.5	6976	33	3.6
3718	1	6540	35	3.5
3714	5	3706	19	4.5
3710	5.4	3597	26	4.1
3706	4	4578	22	4.3
3702	2.1	8720	30	3.7
3798	0.2	5232	50	2.7

ตาราง 27 (ต่อ)

พื้นที่	% ลาด	ความยาว	ช่วงเวลาใน การไหลรวม	ความเข้มข้น ของฝน
3794	0.1	5668	58	2.5
4118	0.5	5559	51	2.8
4114	0.9	4469	36	3.4
4110	0.9	4578	14	5.4
4106	0.8	5232	17	5.2
4102	1.2	5450	33	3.7
4198	0.3	5668	47	2.9
4194	0.4	2398	43	3.1
4518	0.6	5341	40	3.2
4614	0.9	4468	8	6.3
4610	0.9	4468	8	6.3
4606	0.3	6758	37	3.3
4602	0.2	5014	50	2.7
4598	1.2	4360	34	3.3
4594	4	3270	22	4.3
4918	0.2	5123	50	2.7
4904	0.1	6104	55	2.8
4910	0.2	5123	50	2.7
4906	2.6	5480	25	3.7

ตาราง 27 (ต่อ)

พิกัด	% ลาก	ความยาว	ช่วงเวลาในการไหลรวม	ความเข้มข้นของฝน
4902	0.6	5123	40	3.2
4998	0.7	4142	38	4.1
4994	1.0	3050	35	3.50
3518	0.3	3488	46	3.0
5314	0.2	4033	50	2.7
5310	0.5	4142	42	3.3
5306	0.4	2725	43	3.1
5302	1.9	5123	30	3.7
5398	2.0	4769	31	3.7
5391	0.8	3132	37	3.3

หมายเหตุ

ความยาวเส้นทางการไหลมีหน่วยเป็นเวลา (1 เมตร 1.09 หลา)

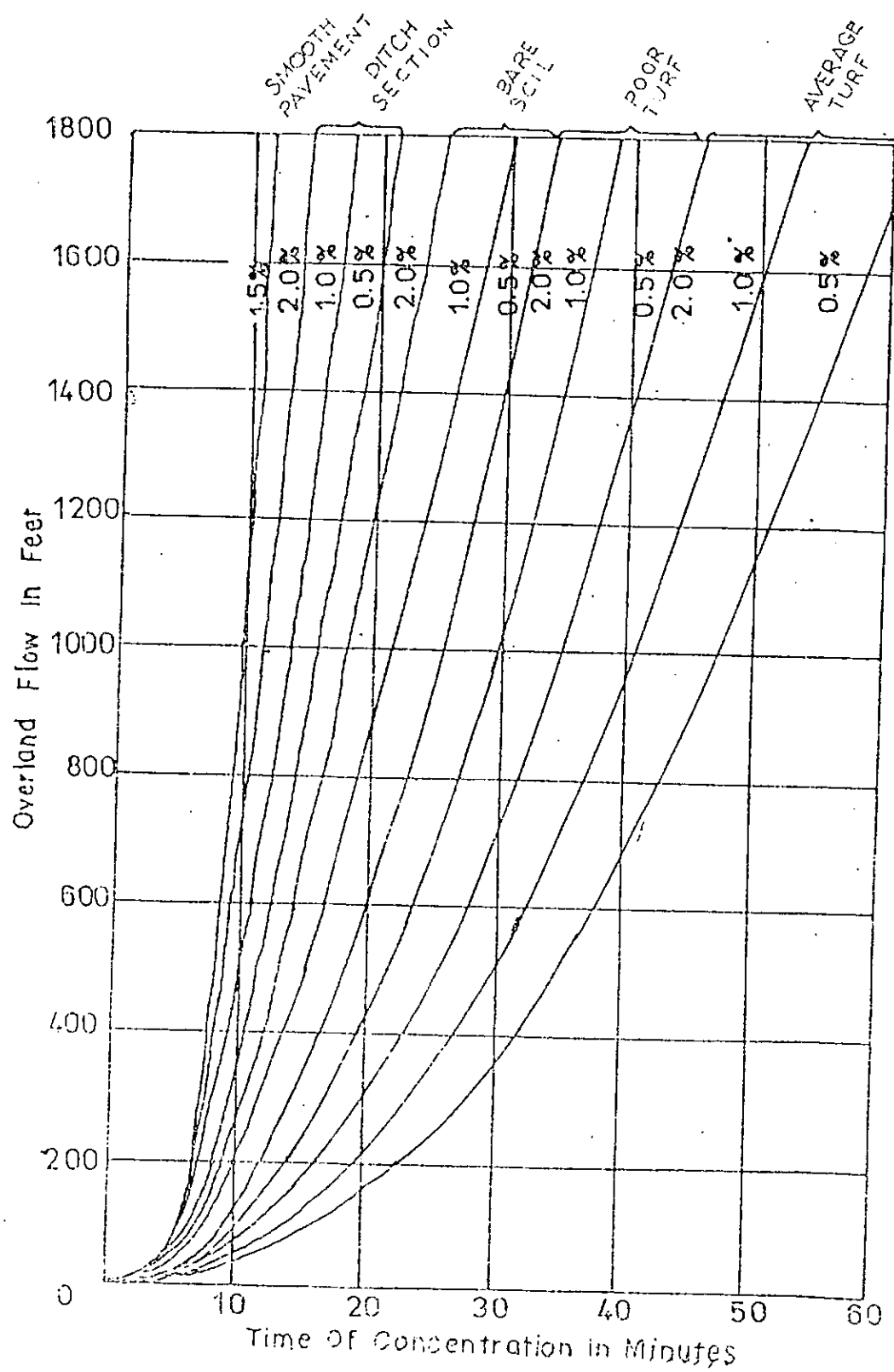
สิ่งปกคลุมผิวดินจากตาราง -

เวลาในการไหลเป็นนาทีจากตาราง

- ค่าปริมาณปรากฏซ์คิในรอบ 2 ปี ประเทศไทยใช้ข้อ 2.5 นิ้ว

- ใช้ค่า TOC ที่หาได้จากกราฟที่ 2 เพื่อนำมาหาค่าตารางที่

% ลากของเส้นทางการไหลจากเส้นชั้นความสูงต้นน้ำกับทางไหลของน้ำออก



1.11 : 12.5 - 335 Drainage 1965 : 16

ภาพประกอบ 4 กราฟเวลาในการไหลรวม

ตาราง 28 ค่าสัมประสิทธิ์หน้าท่า

TYPES OF SURFACE	FACTOR
Asphalt pavements	0.80 to 0.95
Concrete pavements	0.70 to 0.90
Gravel or macadam pavements	0.35 to 0.70
Impervious soils	0.40 to 0.65
Impervious soils with turf	0.30 to 0.55
Slightly pervious soils	0.15 to 0.40
Pervious soils	0.01 to 0.10
Wooded areas (depending on surface slope & soil cover)	0.01 to 0.20

ที่มา : STUDENT REFERENCE DRAINAGE. 1964 : 25

ตาราง 29 สิ่งปกคลุมผิวพื้นจากการสำรวจ

พิกัด	1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย
2918	.2	.2	.2	.2	.2
2914	.2	.2	.2	.2	.2
2910	.2	.2	.2	.2	.2
2906	.3	.3	.3	.3	.3
2906	.3	.3	.3	.3	.3
2902	.3	.3	.3	.3	.3
2998	.3	.3	.3	.3	.3
2994	.3	.3	.3	.3	.28
3318	.2	.2	.2	.2	.2
3314	.2	.2	.2	.2	.2
3310	.3	.3	.2	.2	.25
3306	.3	.3	.3	.3	.3
3302	.3	.2	.2	.3	.25
3398	.3	.2	.2	.2	.23
3394	.3	.3	.3	.3	.3
3718	.3	.3	.3	.3	.3
3714	.3	.3	.3	.3	.3
3710	.3	.3	.3	.3	.3
3706	.3	.4	.3	.3	.33
3702	.3	.4	.4	.4	.38

ตาราง 29 (ต่อ)

หลัก	1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย
3798	.4	.4	.4	.4	.4
3794	.4	.4	.4	.4	.4
4118	.4	.4	.4	.4	.4
4118	.4	.4	.4	.4	.4
4114	.4	.4	.4	.4	.4
4110	.3	.3	.2	.2	.25
4106	.2	.4	.4	.2	.3
4102	.4	.4	.4	.4	.4
4198	.4	.4	.4	.4	.4
4194	.4	.4	.4	.4	.4
4518	.4	.4	.4	.4	.4
4514	.4	.4	.4	.4	.4
4510	.4	.4	.4	.4	.4
4506	.4	.4	.4	.4	.4
4502	.4	.4	.4	.4	.4
4598	.3	.3	.4	.4	.35
4594	.3	.3	.4	.4	.35
4918	.4	.4	.4	.4	.4
4914	.4	.4	.3	.2	.33
4910	.4	.4	.4	.6	.4
4906	.3	.3	.3	.3	.3

ตาราง 29 (ต่อ)

พิกัด	1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย
4902	.4	.4	.4	.4	.4
4998	.4	.4	.4	.4	.4
4994	.3	.3	.3	.3	.35
5318	.4	.4	.4	.4	.4
5314	.4	.4	.4	.4	.4
5310	.4	.4	.4	.4	.4
5306	.4	.4	.4	.4	.4
5302	.4	.3	.3	.4	.35
5398	.3	.3	.3	.3	.3
5394	.3	.3	.3	.3	.3

ตาราง 30 ช่วงเวลาในการไหล

พิกัด	ความยาว	ความสูง ทาง	อัตรา ลาด	อัตรา ลาด	ค่าคงที่	ค่าคงที่ ^{0.77}	ค่าคงที่ ^{0.195} ค่าคงที่ ^{0.77}
2918	4.5	110	0.024	0.155	29032.258	2731.607	532.663
2914	5.	50	0.01	0.1	50000.00	4151.518	809.546
2910	6.3	50	0.007	0.083	75903.614	5725.351	1116.443
2906	3.7	310	0.083	0.288	12847.222	1458.086	283.937
2902	4.4	140	0.031	0.176	25000.00	2434.523	474.732
2998	5.5	130	0.023	0.152	36184.21	3236.381	631.094
2994	5.	130	0.026	0.161	31055.9	2877.074	561.029
3318	2.4	250	0.104	0.322	7453.416	958.768	186.960
3314	2.7	150	0.055	0.234	11538.161	1342.308	261.750
3310	5.2	440	0.084	0.290	117931.034	1884.847	367.545
3306	5.5	30	0.005	0.070	78581.428	5879.681	1146.538
3302	6.3	150	0.023	0.152	41447.368	3593.126	700.660
3398	4.5	80	0.017	0.130	34615.384	3126.788	609.919
3394	6.4	100	0.015	0.122	52459.016	4777.233	931.560
3718	6.	60	0.01	0.1	60000.00	1663.581	324.398
3714	3.4	170	0.05	0.223	15246.636	1625.777	317.027
3710	33	180	0.054	0.223	14798.206	2128.673	415.091
3706	4.2	170	0.04	0.2	21000.00	4502.394	877.967
3702	8.	170	0.021	0.144	55555.555	7570.022	1476.154

ตาราง 30 (ต่อ)

ภักดิ์	ความยาว	ความสูง	อัตรา	อัตรา	ค่าคงที่	ค่าคงที่ ^{0.77}	0.195 ค่าคงที่ ^{0.77}
		กว้าง	ลาก	ลาก			
2798	4.8	10	0.022	0.044	109090.9	10543.239	2055.932
4794	5.2	10	0.003	0.044	109090.9	10543.239	2055.932
4118	5.1	30	0.005	0.070	72858.142	5547.580	1081.778
4114	4.1	40	0.009	0.095	43157.894	3706.776	722.821
4110	4.2	40	0.009	0.095	44210.526	3776.198	736.359
4106	4.8	40	0.008	0.089	53932.484	4400.732	858.143
4102	5.1	60	0.012	0.110	45454.545	3857.754	752.258
4198	5.2	20	0.003	0.055	94545.454	6780.212	1254.339
4194	2.2	10	0.004	0.063	34920.634	31.49.004	614.055
4518	4.9	30	0.006	0.077	63636.363	4996.654	974.738
4514	4.1	40	0.009	0.095	43157.894	3706.776	722.821
4510	4.2	40	0.009	0.095	44210.526	3776.198	736.359
4506	6.2	20	0.003	0.056	112727.27	7763.585	1513.900
4502	4.6	10	0.002	0.045	102222.22	7200.238	1404.056
4598	4.0	50	0.012	0.110	36363.636	3248.731	633.503
4594	3.0	120	0.04	0.2	150000.	1642.821	320.155
4918	4.7	10	0.002	0.045	104444.44	7320.516	1427.500
4914	5.6	10	0.001	0.032	175000.	108292.794	2124.095
4910	4.4	10	0.002	0.045	97777.77	6958.007	1356.811

ตาราง 30 (ต่อ)

พิกัด	ความยาว	ความสูง	อัตรา	อัตรา	ค่าคงที่	ค่าคงที่ ^{0.77}	ค่าคงที่ ^{0.77}
		ตาราง	ลาก	ลาก			ค่าคงที่ ^{0.77}
4906	5.0	130	0.026	0.161	31055.9	2877.073	463.529
4902	4.7	30	0.006	0.077	61038.6	4840.803	943.957
4998	3.8	30	0.007	0.084	45238.601	3843.601	749.502
4994	2.8	30	0.010	0.1	280000.	2656.551	518.020
5318	3.2	10	0.003	0.05	640000.	5020.634	679.023
5314	3.7	10	0.002	0.045	822222.	6088.972	1187.134
5310	3.8	20	0.005	0.071	53521.126	4374.863	853.098
5306	2.5	10	0.004	0.063	39682.539	3474.734	677.573
5302	4.7	90	0.019	0.0138	34057.971	3088.932	602.3
5398	4.4	90	0.020	0.141	31206.673	2387.151	563.111
5394	3.8	90	0.008	0.089	42696.629	3676.233	1321.365

ตาราง 31 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใช้ในการศึกษา

หัตถ์	กัน	สิ่งปกคลุมตัวกัน	ค่าเฉลี่ย
2918	.6	.2	.4
2914	.7	.2	.45
2910	.75	.2	.48
2906	.63	.3	.47
2902	.7	.3	.5
2998	.7	.3	.5
2994	.73	.28	.51
3318	.6	.2	.4
3314	.58	.2	.39
3310	.6	.25	.24
3306	.6	.3	.45
3302	.58	.25	.42
3398	.7	.23	.4
3394	.6	.3	.47
3718	.58	.3	.44
3714	.6	.3	.45
3710	.6	.3	.45
3706	.6	.33	.47
3702	.58	.38	.48
3798	.48	.4	.44
3794	.58	.4	.49
4118	.58	.4	.49

ตาราง 31 (ต่อ)

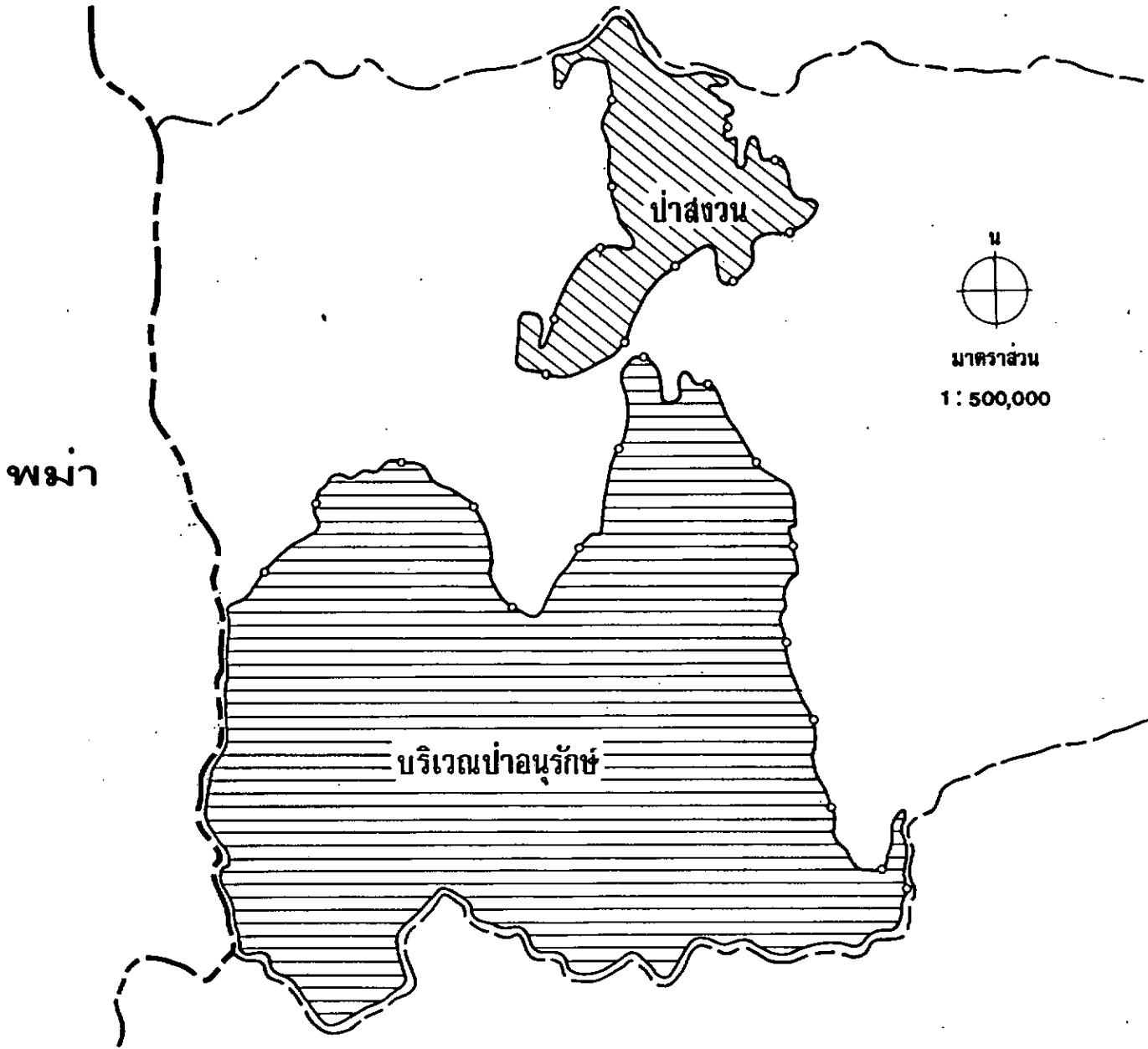
พิกัด	กิน	สิ่งปกคลุมตัวคน	ค่าเฉลี่ย
4114	.55	.4	.49
4110	.65	.25	.45
4106	.55	.3	.43
4102	.5	.4	.45
4198	.48	.4	.44
4194	.55	.4	.48
4518	.55	.4	.48
4510	.6	.25	.43
4506	.4	.4	.4
4502	.6	.4	.5
4598	.5	.35	.43
4594	.45	.35	.4
4918	.53	.4	.48
4914	.43	.33	.38
4910	.48	.4	.44
4906	.38	.3	.34
4902	.5	.4	.45
4998	.48	.4	.44
4994	.55	.35	.45
5318	.53	.4	.47
5314	.5	.4	.45

ตาราง 31 (ต่อ)

พิกัด	กิน	สิ่งปกคลุมผิวดิน	ค่าเฉลี่ย
5310	.58	.4	.49
5306	.55	.4	.48
5302	.55	.35	.45
5398	.55	.3	.43
5394	.6	.3	.45

แผนที่ อำเภอสวนผึ้ง

แสดงเขตป่าสงวนและป่าอนุรักษ์



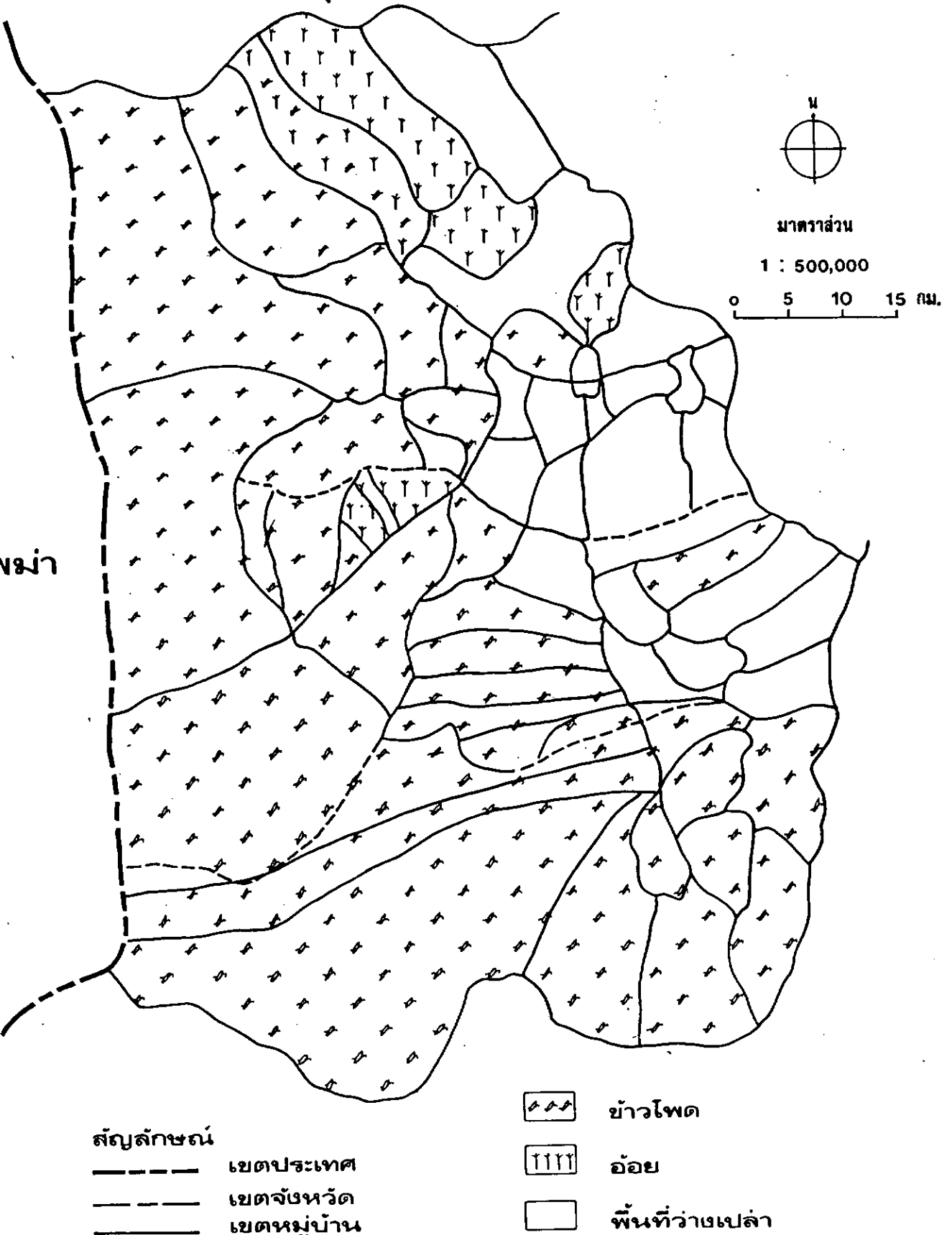
สัญลักษณ์

- เขตประเทศ
- เขตจังหวัด
- เขตอำเภอ

-  บริเวณป่าอนุรักษ์
-  ป่าสงวน
-  พื้นที่ว่างเปล่า

แผนที่ อำเภอสวนผึ้ง

แสดงสิ่งปกคลุมผิวดินในช่วง เดือน พฤษภาคม ถึง สิงหาคม

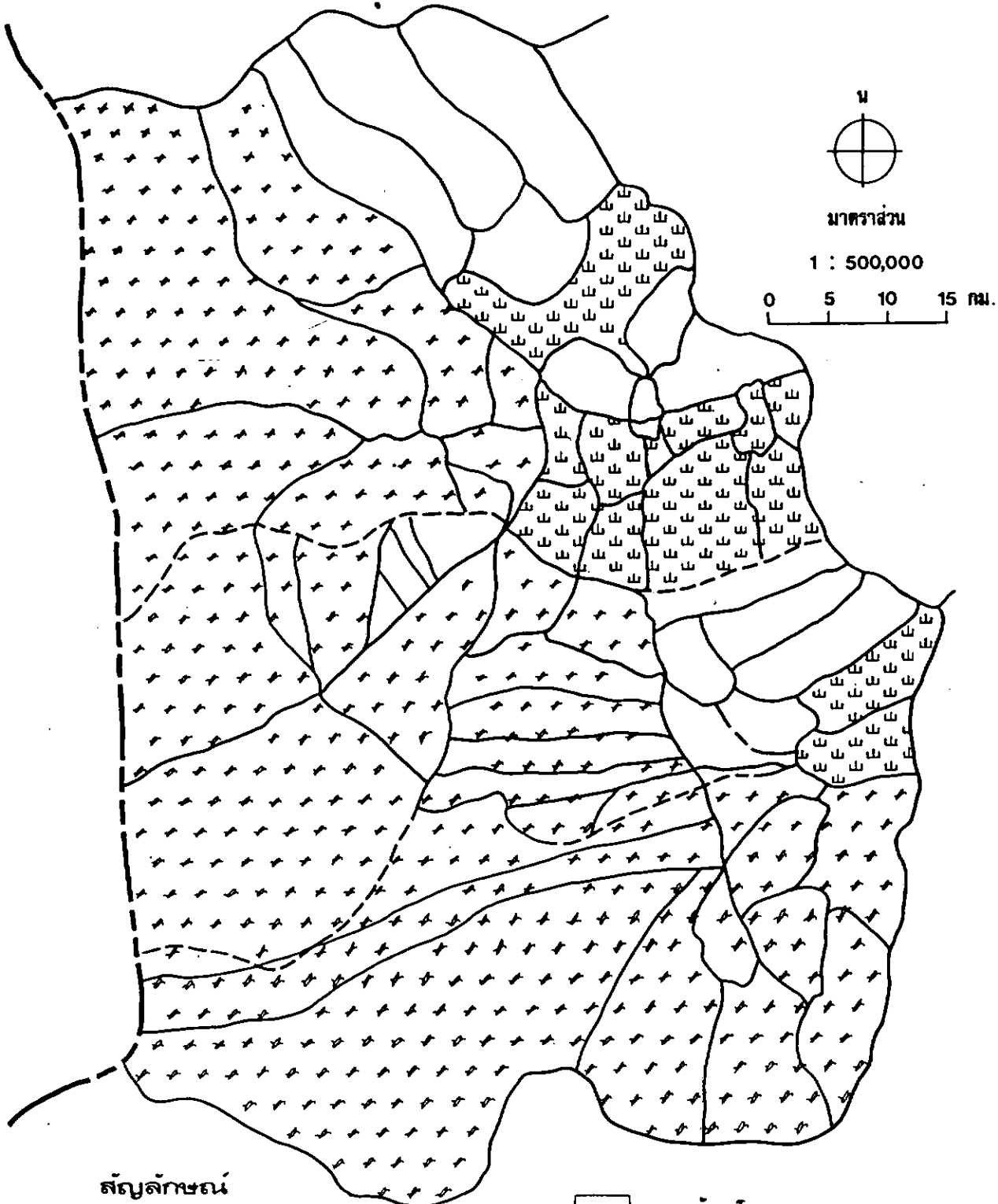


แผนที่ที่ ๔

ที่มา : สำนักงานป่าไม้ อ.สวนผึ้ง จ.ราชบุรี ๒๕๓๐ : ๓

แผนที่ อำเภอสวนผึ้ง

แสดงสิ่งปกคลุมผิวดินในช่วงเดือน กันยายน ถึง ธันวาคม



สัญลักษณ์

----- เขตประเทศ
----- เขตจังหวัด
----- เขตหมู่บ้าน



ข้าวโพด



มันสำปะหลัง



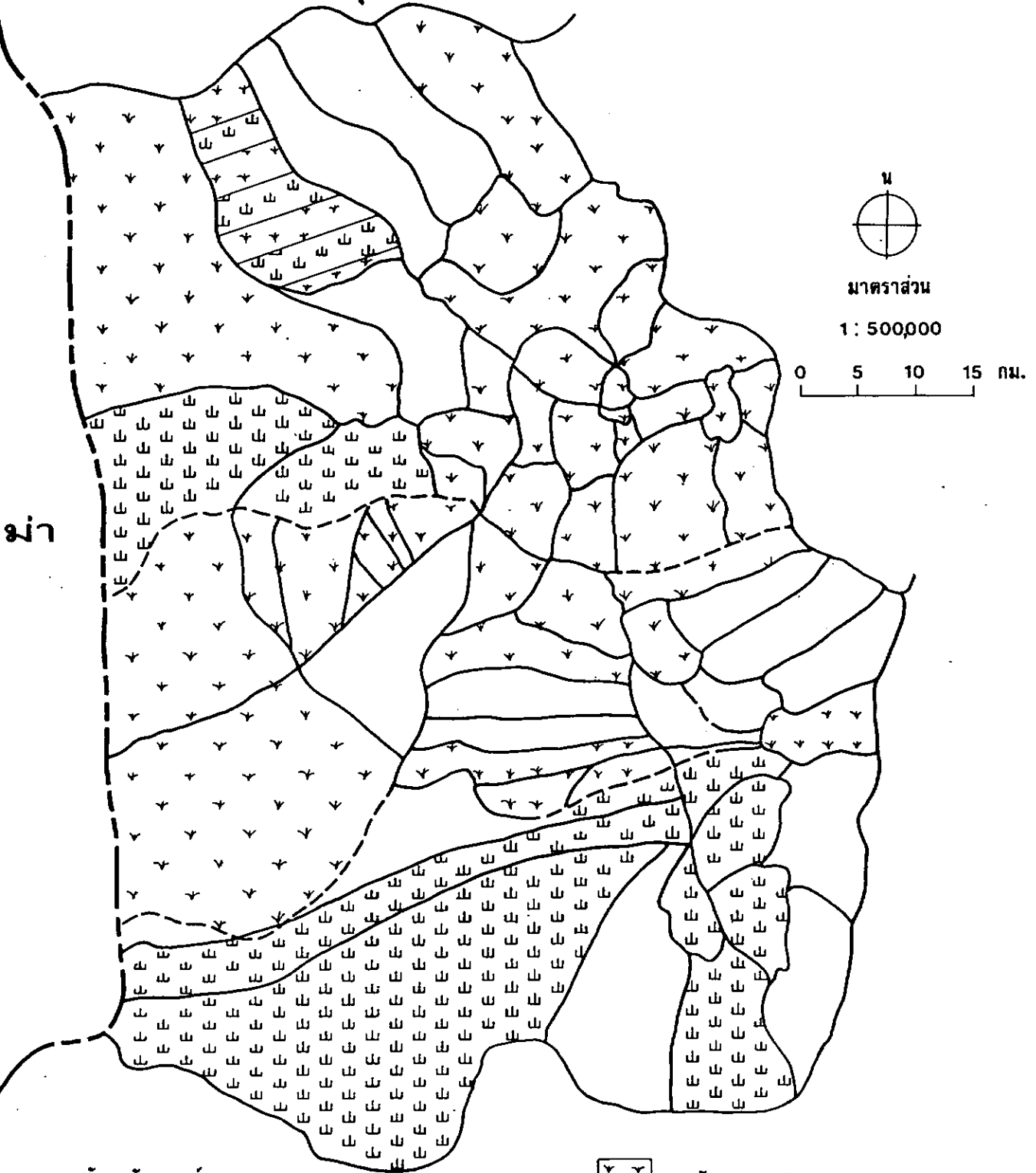
พื้นที่ว่างเปล่า

แผนที่ที่ ๕

ที่มา : สำนักงานป่าไม้ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ๒๕๑๑ : ๕

แผนที่ อำเภอสวนผึ้ง

แสดงสิ่งปกคลุมผิวดิน ในช่วงเดือน มกราคม ถึง เมษายน



สัญลักษณ์

- เส้นแบ่งเขตประเทศ
- เส้นแบ่งเขตจังหวัด
- เส้นแบ่งเขตหมู่บ้าน



สปีปะรด



มันสำปะหลัง



พื้นที่ว่างเปล่า

แผนที่ที่ ๖

ที่มา : สำนักงานป่าไม้ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ๒๕๑๐ : ๘

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ ร.อ.ประยูร คุณทรัพย์ เกิดวันที่ 11 กรกฎาคม 2493

ภูมิลำเนา อ.บ้านหมี่ จ.ลพบุรี

ที่อยู่ปัจจุบัน 239/1 หมู่ 3 ต.จอมบึง อ.จอมบึง จ.ราชบุรี

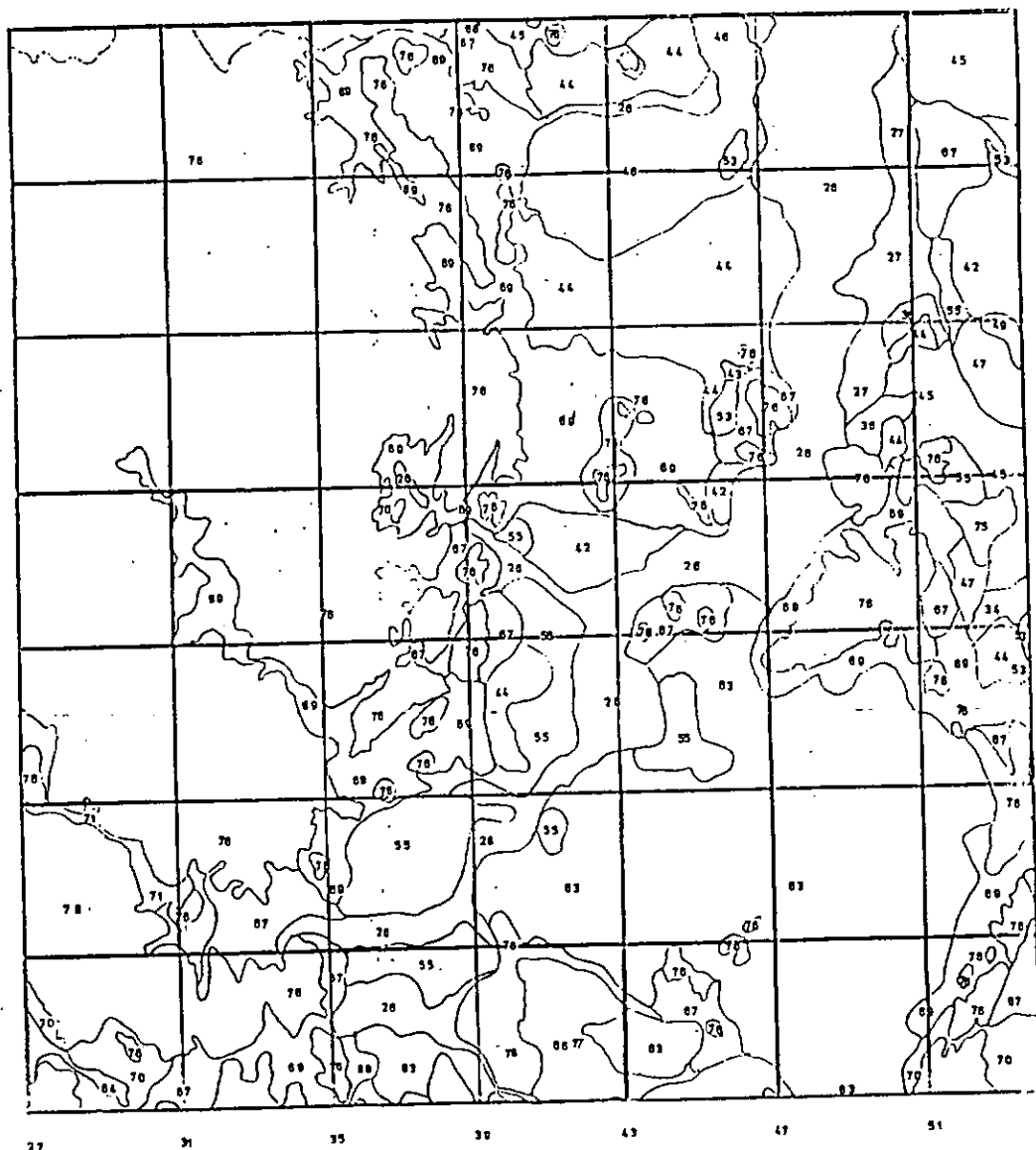
ที่ทำงาน กรมการทหารช่าง จังหวัดราชบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2510	มศ. 3	โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จ.ลพบุรี
พ.ศ. 2514	นชท.ป 3	โรงเรียนช่างฝีมือทหาร กทม.
พ.ศ. 2526	กศ.บ.	มศว ประทุมวัน
พ.ศ. 2534	กศ.ม.	มศว ประสานมิตร

TAILED RECONNAISSANCE SOIL MAP OF RATCHABURI PROVINCE

SCALE 1:100,000



สัญลักษณ์

- (81) ชลประทาน 81
- เส้นแบ่งเขตชลประทาน
- เส้นทางรถไฟ

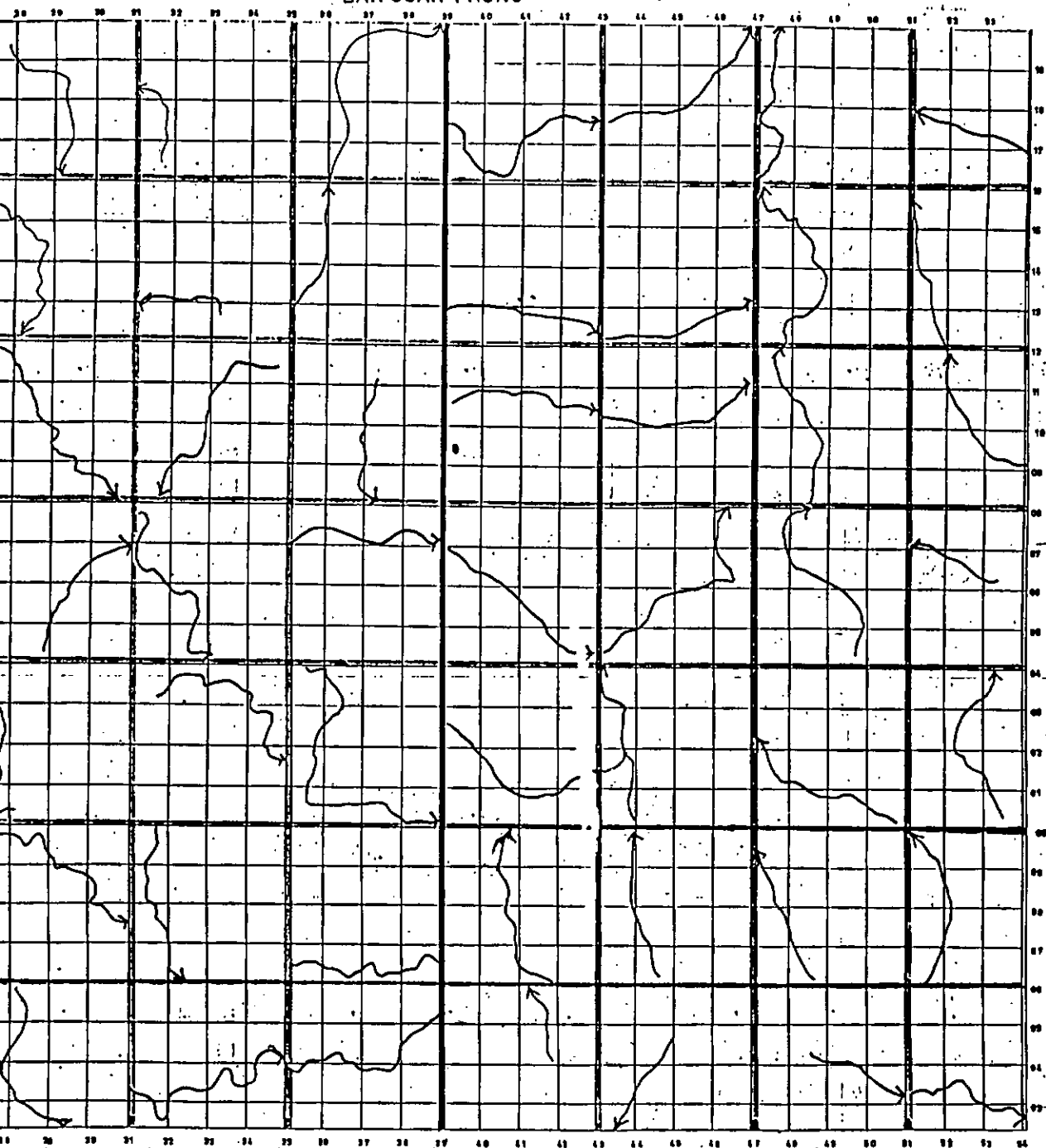
แผนที่ : แผนที่ดิน

มาตรา : 1:100,000 (Scale : 1:100,000)

ประเทศไทย

BAN SUAN PHUNG

บ้านสวนผึ้ง

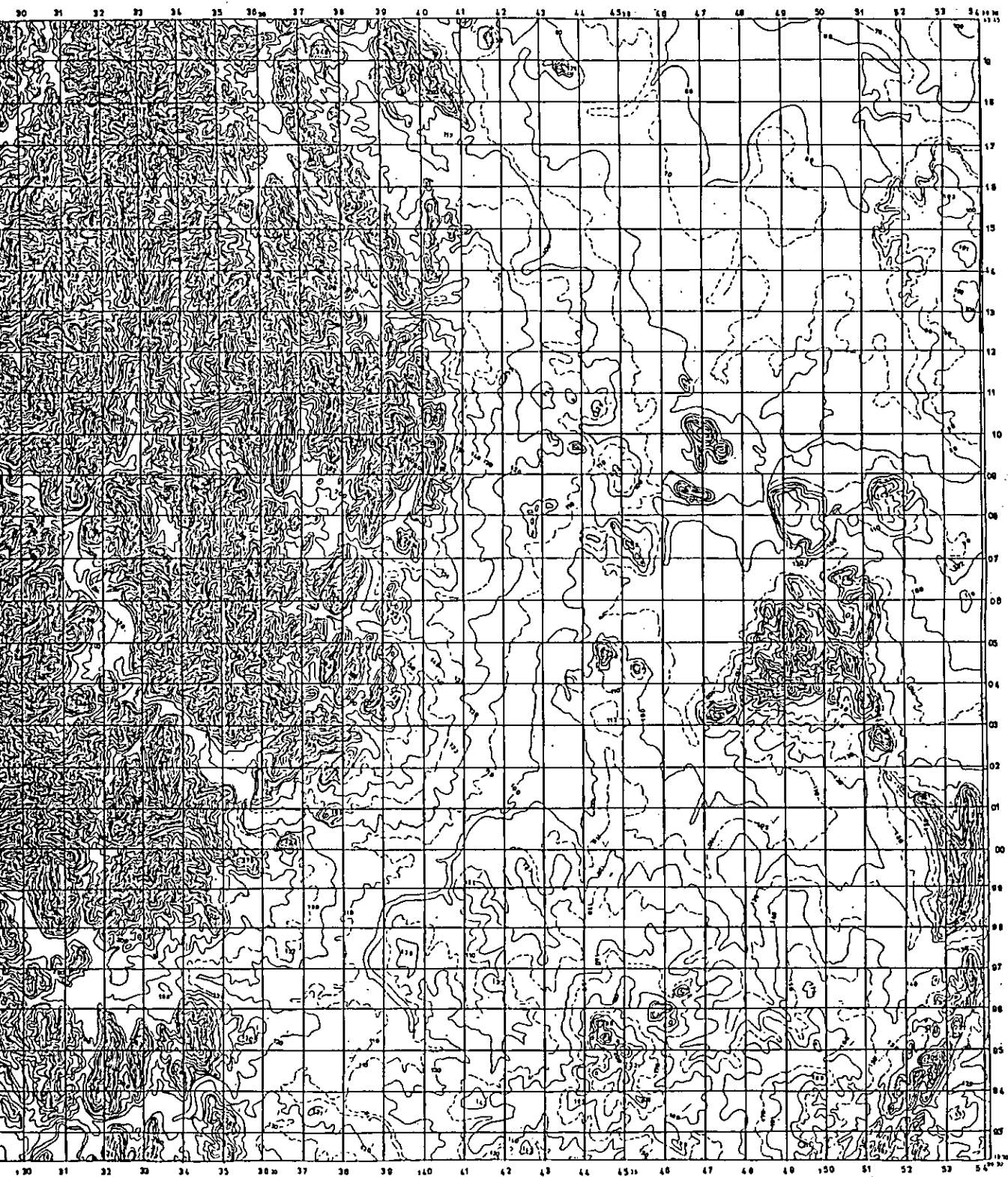


แผนที่
เส้นถนน
เส้นประ เส้นทางรถไฟ

แผนที่ที่ ๗ แสดงเส้นทางรถไฟ

ไทย

BAN SUAN PHUNG บ้านสวนผึ้ง



แผนที่

--- ในเขตชุมชน
— ในเขตป่า

แผนที่ที่ ๘ แสดงเส้นชั้นความสูง



การศึกษาตัวแปรทางภูมิศาสตร์ที่ใช้กับสมการการออกแบบการระบายน้ำ
เพื่อนำไปใช้กับกิจการทหารในเวลาปกติ

บทคัดย่อ

ของ

ร.อ.ประจักษ์ กุ่มทรัพย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์

กุมภาพันธ์ 2534

การศึกษาครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาตัวแปรทางภูมิศาสตร์ที่มีผลต่อสมการการระบาย การระบายน้ำ เพื่อนำไปใช้กับกิจการทหารในเวลาปกติ ตัวแปรดังกล่าวนี้ได้แก่ รูปร่างและขนาดของ พื้นที่ สัมประสิทธิ์การระบายน้ำของสิ่งปกคลุมผิวดินและคุณลักษณะของการระบายน้ำของดินรวมทั้งค่า ปริมาณน้ำฝน ที่ได้จากการปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำ โดยวิธีการรวบรวมสถิติปริมาณน้ำฝนรายวันจาก กองอุทกศาสตร์ กรมชลประทาน ณ สถานี K.17 ลำพาลี อำเภอสว่างวีรกรรม จังหวัดราชบุรี รวม 21 ปี วิเคราะห์ลักษณะการระบายน้ำของดินด้วยวิธีวิเคราะห์ห้วยตะแคง จากการสุ่มตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่

สรุปผลการศึกษานี้พบว่า

ปรากฏการณ์ปริมาณน้ำฝนซ้ำที่เหมาะสม ในการนำไปใช้กับสมการการระบายน้ำทางกิจการ ทหารในเวลาปกติ คือ The two parameter log - normal distribution ใช้ปริมาณน้ำฝน 50.7729 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 60 นาที โดยใช้ปรากฏการณ์น้ำฝนซ้ำ 10 ปี

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของดิน จากแผนที่ดินมีความสัมพันธ์ปานกลาง ในทิศทางเดียวกันกับ การวิเคราะห์ห้วยตะแคง โดยมีค่าสหสัมพันธ์ 0.68519

พื้นที่ทำการศึกษามีลักษณะเป็นภูเขา เขา รวมทั้งพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดเกิดจากการทับถมของ ตะกอนจากลำน้ำเก่า สามารถแยกสิ่งปกคลุมผิวดินได้เป็น แอสน์โลต คอนกรีต กรวด หรือแมคคาซีมิ ดินเหนียว ดินเหนียวปกคลุมควยหลุม ดินร่วนปกคลุมควยหลุม ป่า ป่าโปร่ง และป่าดิบ

ปริมาณน้ำท่าจากตัวแปรในพื้นที่ เมื่อคำนวณด้วยสมการ $Q = 0.278 \text{ CIA}$ เทียบกับปริมาณ น้ำท่าที่ได้จากการคำนวณใน FM.5 - 335 โดยใช้ตัวแปรในพื้นที่เดียวกัน แยกต่างหากที่ปรากฏการณ์ น้ำฝนซ้ำ ใช้ข้อมูลเส้นน้ำฝนเท่าที่หาคำนวณพื้นที่ สิ่งปกคลุมผิวดินได้จากการสำรวจในแผนที่และ เปรียบเทียบกับตารางสำเร็จรูป

ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณด้วยสมการ $Q = 0.278 \text{ CIA}$ จะใช้ปริมาณน้ำท่ามากกว่าคำนวณใน FM.5 - 335 และปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้ในสมการ $Q = 0.278 \text{ CIA}$ นั้น ต้องใช้ค่าใช้จ่าย เพิ่มขึ้นในการสร้างสิ่งสาธารณูปโภค แต่ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้สาธารณูปโภคมีอายุการใช้งาน เพิ่มขึ้น พอที่จะให้หน่วยงานที่รับช่วงสาธารณูปโภคไปดูแล มีเวลาที่จะจัดงบประมาณซ่อมบำรุงได้ทันเวลา

A STUDY ON GEOGRAPHY VARIABLES USED IN EQUATION FOR DRAINAGE DESIGN
ON MILITARY TASKS DURING NOMAL SITUATION

AN ABSTRACT

BY

CPT.PRAYOON KUMSAPAYA

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Geography
at Srinakharinwirot University

February 1991

The pupose of this research was to a study on geographic variables used in equation for drainage design on military tasks during normal situation. That geographic variables were size and shape of the areas, runoff coefficient of soil, drainage characteristic of soils and amount of return period of rain which computed from data collected by Hydrographic Devision Irrigation at K17 Lampachi Amphur Suan Phung Changwat Ratchaburi over 21 years. Soil samples were collected by random technique and analysed by sieve process. -

The results of the study were.

The return period of rains used in equations for drainage design on military tasks during normal situation was the two parameter - log - normal distribution was 50.7729 millimetre duration of 60 minutes 10 years interval.

Coefficient correlation of capacity of soil on soil maps and capacity by soil analysed through sieve were moderate but were in the same direction. Coefficient correlation was 0.68519

The study areas were hills, mountains and rolling plain. Which were deposited by old sedimentary of streams. This study areas were asphalt, concrete, compacted gravel, cohesive soil, cohesive soil cover turf, sandy loam cover turf, forest, openforest, and dense forest.

The runoff geographic variables which was computed by equation $Q = 0.278 CIA$. was higher than computed by FM.5 - 335 of the same area but return period used in isohyetal map and coefficient.

The runoff computed by former equation indicated the higher construction cost of utilities but they sustained a longes duration of using.